ГРАЂЕЊЕ ПУТЕВА

- ✓ поступак физичке реализације пројектоване конструкције пута у простору и времену
- ✓ предрадње

  планирање

  пројектовање

  ревизија (техничка контрола) пројектне документације

  сагласности на планску и пројектну документацију

  експропријација земљишта

  грађевинска дозвола

  обезбеђење финансирања

  надметање и уговарање

Материјали за грађење

- материјали на којима, са којима и у којима се гради

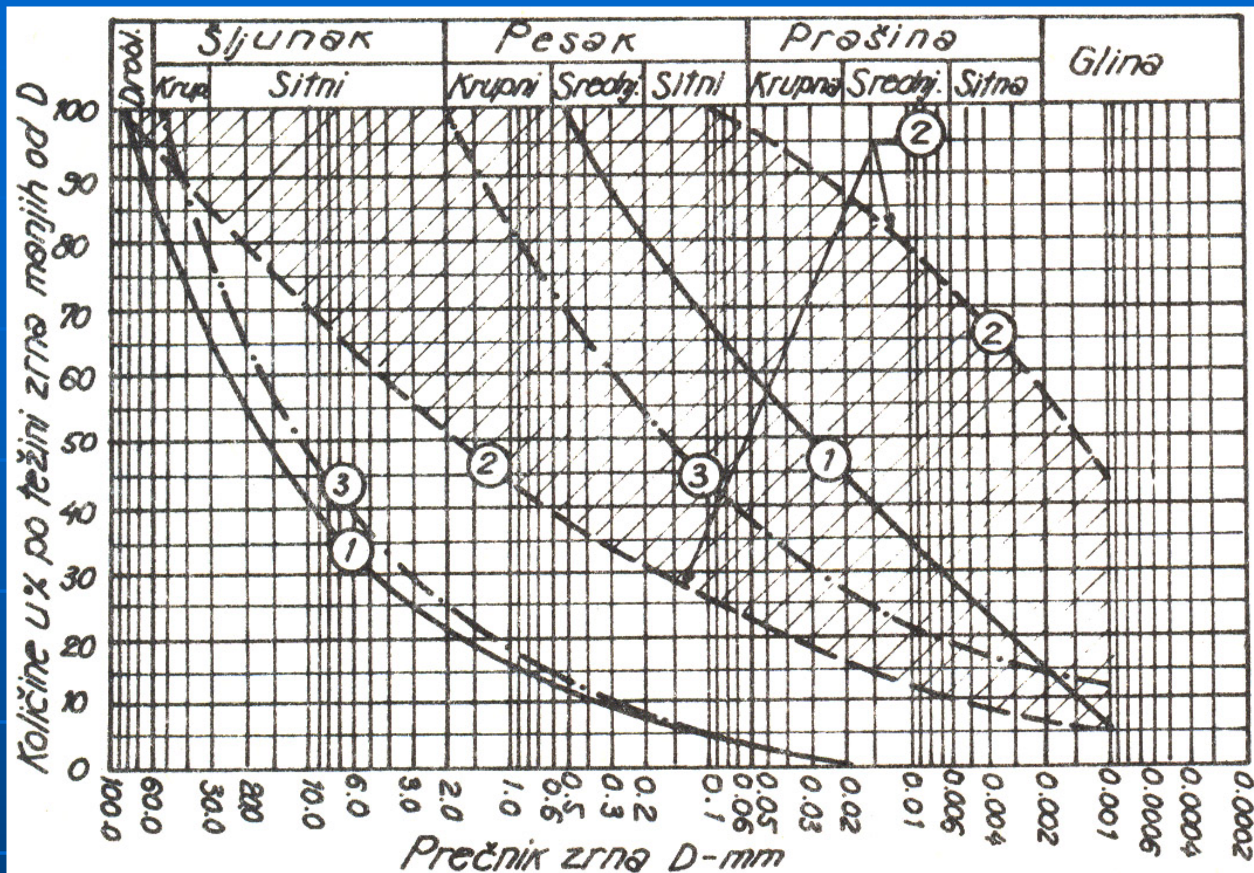
- стенски и земљани материјали
- мешавине стенских и земљаних материјала
- материјали добијени механичком, температурном или хемијском прерадом природних сировина и материјала (цемент, стабилизације, битумен, емулзије, челик, бетон, асфалт...)
- вештачки материјали за ојачање стенских и земљаних материјала и њихових мешавина и прерађевина (пластика, текстил, стиропор...)

- ✓ стабилизација-сваки технолошко-технички поступак којим се постижу боље финалне карактеристике, односно којим се побољшавају уградљивост и понашање материјала при променама влажности, дејству атмосферских утицаја и оптерећења

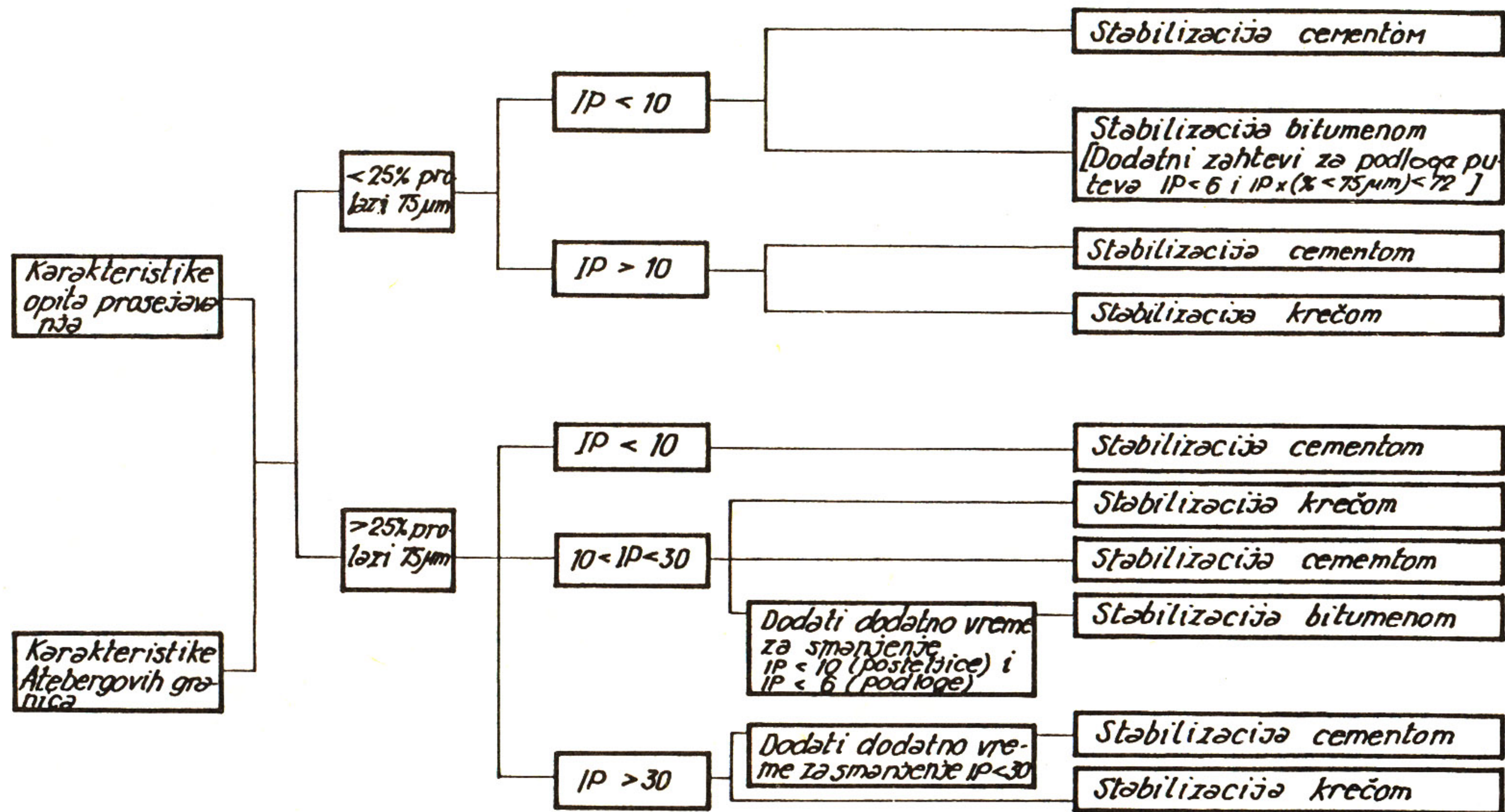
  стабилизациона средства: цемент, битумен, креч, лебдећи пепео, гранулисана згура, синтетичке смоле

  најчешће примењиване стабилизације: механичка, цементна, битуменска, кречна

  ефекти стабилизације зависе од врсте материјала, порекла, степена пластичности, гранулометријског састава, врсте употребљеног средства, намене стабилизованог материјала



Подручја гранулометријског састава материјала погодних за стабилизацију одређеним средством



Критеријуми за избор најповољнијег типа стабилизације (САД)

- механичка стабилизација

уситњавање материјала и додавање стабилизационих средстава (дробљени агрегат, шљака, дробљени шљунак, дробљени песак)

количина додатог материјала 100-150 kg/m^3

мешавина природног и додатог материјала се динамички и статички збија при оптималној влажности

дебљина једног стабилизованог слоја ≥15 cm, а укупна дебљина слојева од механичке стабилизације 15-60 cm

механичка стабилизација се може обавити и без додавања новог агрегата, само истискивање ваздуха из пора тла и смањивање количина шупљина (мешање и збијање природног материјала или само збијање)

- стабилизација цементом

уситњено тло се, при оптималној влажности, меша са цементом и касније збија

карактеристике стабилизованог материјала зависе од: врсте тла, количине и типа цемента, влажности, мешања и збијања, услова и дужине неге и хемијских адитива

потпуна стабилизација цементом-садржи довољну количину цемента да се добије отпорна и чврста мешавина и довољну количину воде да се може обавити хидратација цемента и збијање мешавине (за горњу подлогу коловозне конструкције)

цементом измењено тло-цемент се користи само за побољшање хемијских и физичких особина тла, чиме се смањује пластичност и стишљивост, а повећава носивост (за доњу подлогу и доњи строј)

- пластична стабилизација-најквалитетнија стабилизација цементом, више цемента и воде у односу на потпуну стабилизацију-пластични малтер (заштита површина изложених ерозији)
- основне фазе рада: припрема подлоге за стабилизацију, уситњавање тла, разастирање цемента, мешање цемента и тла у суво, додавање воде, мешање, збијање, профилисање, неговање
- носивост цементом стабилизованог тла је најмање три пута већа од шљунковито-песковите подлоге исте дебљине
- дебљина стабилизованих слојева 13-23 cm
- најчешће се употребљава портланд цемент, у количини 0,5-15 % по маси
- количина воде 10-17 % по маси

- стабилизација битуменом

усситњено тло се, при оптималној влажности, меша са битуменом и касније збија

главни типови: битуменизирани песак, битуменизирани песковито-шљунковит материјал, битуменизирано тло, поуљено тло

стабилизатор: разређени битумени, битуменске емулзије, путни катрани

количина битумена 2-4 (10) %

количина воде 10-15 % по маси

најједноставнији метод је разастирање емулзије или разређеног битумена преко земљаних путева ($4,5\ l/m^2$), који се пенетрише у тло и стабилизује га

високо пластична тла нису погодна за битуменску стабилизацију (max I_p=12 (18) %)

дебљина стабилизованих слојева 10-25 cm

најбољи резултати се постижу са песком и пековито-шљункновитим материјалом

основне фазе рада: уситњавање тла, додавање воде, додавање стабилизационог средства, мешање средства и тла, одлежавање мешавине да би се омогућило распадање мешавине, збијање, проветравање, неговање

- стабилизација кречом

стабилизација хидратисаним кречом је алтернатива стабилизацији цементом

количина креча 3-10 % по маси

вода се користи само за хидратацију креча

највећи прираст чврстоће се дешава при високим температурама, већим од 30°C

користи се за изградњу пољопривредних путева и лако оптерећених путева и побољшање носивости у постељици

- хемијска и физичка стабилизација

хемијска: неорганска и органска са деловањем на компоненте тла, нарочито минерале глине (фосфорна киселина, фосфати, натријум хлорид, калцијум сулфат-гипс, калцијум хлорид, натријум хидроксид-каустична сода, алуминијумске соли, смоле, полимери)

физичка: електроосмоза, термичка стабилизација загревањем или хлађењем

- ✓ геосинтетички материјали

материјали израђени у потпуности од синтетичких влакана и материјала (полимерни материјали-полиестер, полиетилен, поливинил хлорид, поливин алкохол, полиамид, полипропилен, полиакрил, полистирен...)

геотекстил (неткани, неткани повезан површинским заваривањем, ткани)

геопластика (екструдирана, заварена)

израђују се у облику простирки, мембрана, трака, мрежа и др.

- употреба геотекстила:

дренирање (вођење воде кроз раван геотекстила)

водонепропустљива мембрана (спречавање пролаза воде)

филтер (омогућен пролаз воде, задржавање тла)

подлога тла (носи материјал који самостално не би могао да поднесе напресање)

облога тла (заштита од спољашњих утицаја)

армирање тла (преузимање затежућих напона)

изолација материјала (раздвајање два материјала неусаглашених деформација)

- употреба геопластике:

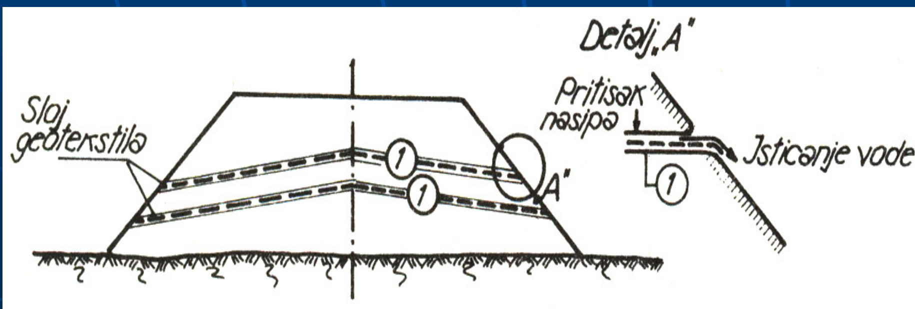
дренирање (вођење воде кроз раван геопластике), водонепропустљива мембрана (спречавање пролаза воде)

подлога тла (носи материјал који самостално не би могао да поднесе напресање)

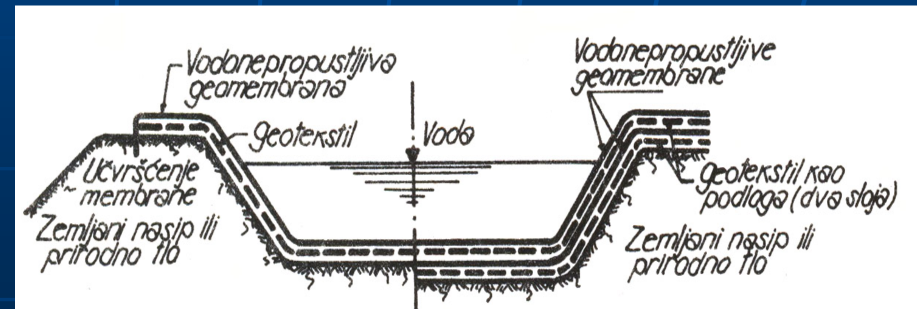
облога тла (заштита од спољашњих утицаја)

армирање тла (преузимање затежућих напона)

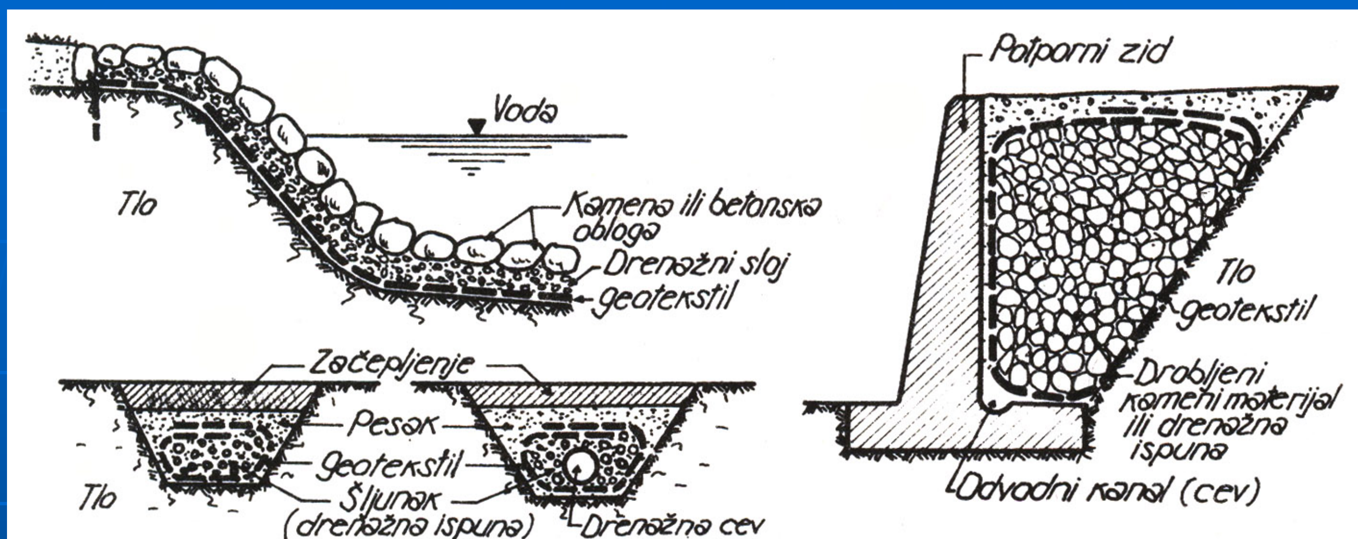
ојачање коловозних конструкција (преузимање затежућих напона и спречавање рефлексије пукотина)



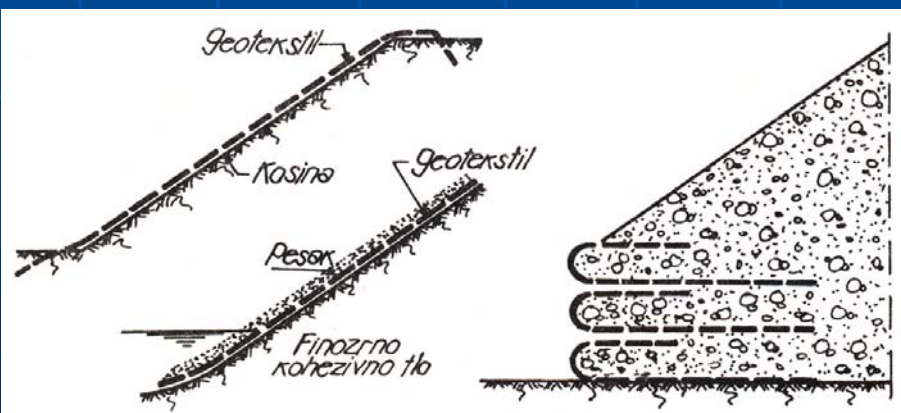
Дренажни слојеви



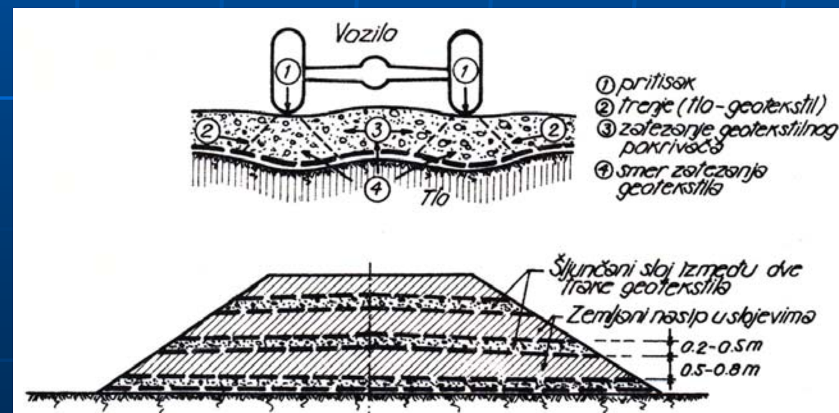
Водонепропустљива мембрана



Филтерски слојеви



Облога



Армирање тла

Механизација

- сукцесивне операције (производња, ископ, превоз, насипање, планирање, збијање...)
- подела механизације према операцијама рада

производња

ископ

утовар

транспорт

уграђивање и завршна обрада

збијање

коловозна конструкција

остало

- производња материјала

постројења или оруђа за прераду природних материјала (земљани и стенски материјали) и производњу материјала спремних за уграђивање (бетон, асфалт)





Дробилишно постројење



Дробилишно постројење



Стабилна дробилица



Покретна дробилица



Покретно сито









Постројења за производњу асфалтне масе-асфалтне базе



Депонија агрегата у асфалтној бази



Сита и ваге за дозирање у асфалтној бази



Бубањ за загревање агрегата у асфалтној бази

- ископ материјала

орућа за копање природних материјала (земљани и стенски материјали)

гусеничари и точкаши

различита прикључна опрема, намена, могућности

булдозер (са рипером)-откоп и гурање земљаног и каменог материјала на кратким растојањима

багер-ископ и утовар земљаног и мекшег каменог материјала (различите кашике за ископ)

скрепер-ископ, утовар, превоз и разастирање земљаног и мекшег каменог материјала (вучени и самоходни)

ротациони ровокопачи-ископ јама и ровова



Булдозер



Булдозер са рипером



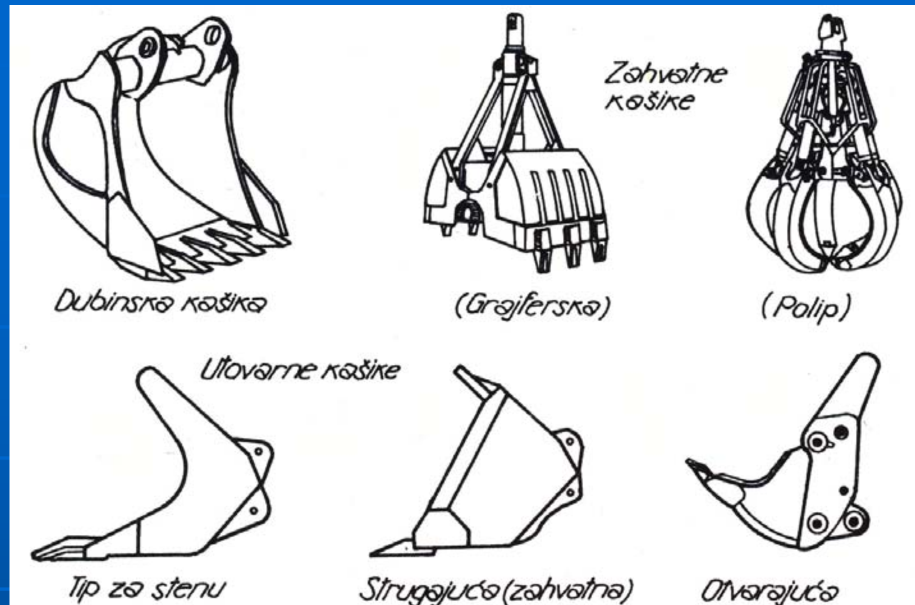
Багер са дубинском кашиком



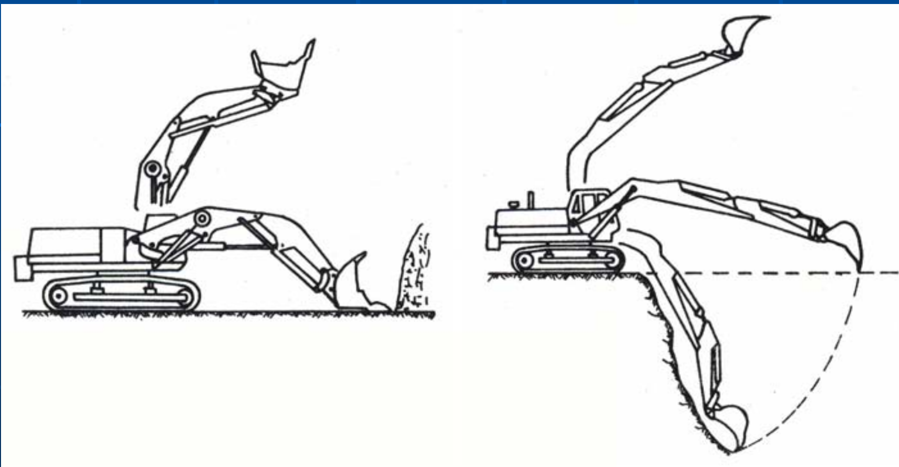
Багер са захватном кашиком



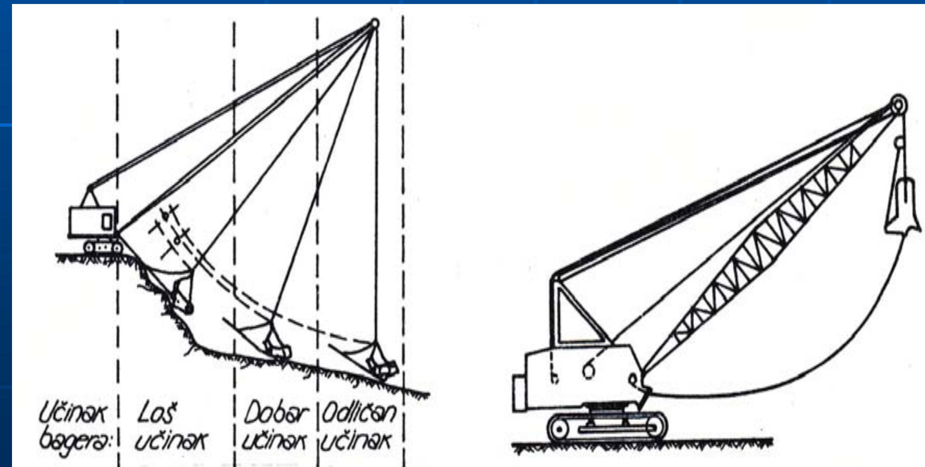
Багер са дубинском кашиком



Врсте багерских кашика

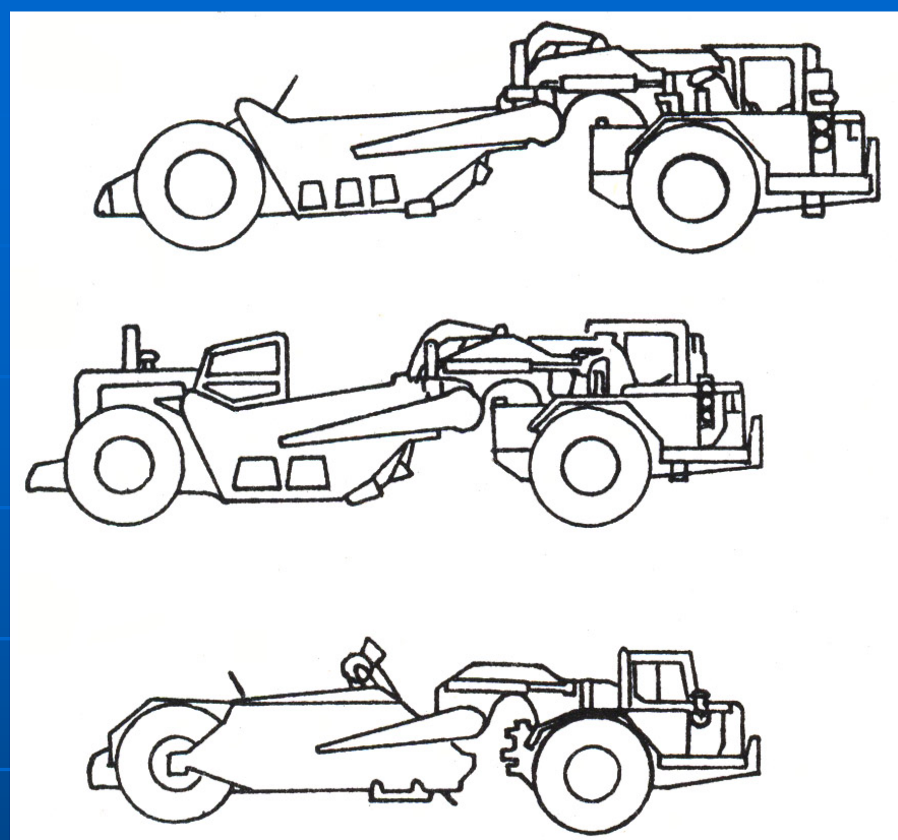


Багери са висинском и дубинском кашиком



Багер са скреперском кашиком

Измена прикључака код универзалног багера



Скрепери



Ротациони ровокопач

- утовар материјала

оруђа за утоваривање материјала у транспортна средства

гусеничари и точкаши

багер-ископ и утовар земљаног и мекшег каменог материјала (различите кашике за ископ)

скрепер-ископ, утовар, превоз и разастирање земљаног и мекшег каменог материјала (вучени и самоходни)

утоваривач-специјално конструисане машине само за утовар у транспортна средства



Утоваривач у раду







Утоваривачи

- транспорт материјала

оруђа за превоз било које врсте материјала

гусеничари и точкаши

пражњење: кроз дно, извртањем коша уназад и бочно

скрепер-ископ, утовар, превоз и разастирање земљаног и мекшег каменог материјала (вучени и самоходни)

дампери и тешки транспортери-велики капацитет, прилагођени практично за све терене

тешки зглобни транспортери

транспортне траке



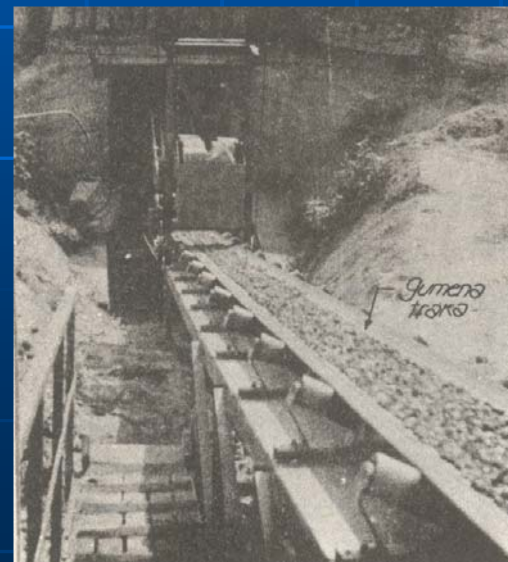
Камион-кипер



Камион-кипер на гусеницама



Камион са пражњењем одоздо



Транспортна трака

- уграђивање и завршна обрада материјала

оруђа за разастирање ископаног и/или транспортованог материјала

гусеничари и точкаши

булдозер (са рипером)-откоп и гурање земљаног и каменог материјала на кратким растојањима

скрепер-ископ, утовар, превоз и разастирање земљаног и мекшег каменог материјала (вучени и самоходни)

грејдер-самоходно оруђе за разастирање и профилисање материјала



Грејдер

- збијање материјала

оруђа за статичко или вибрационо дејство на насути и разастрти материјал ради побољшања чврстоће и носивости

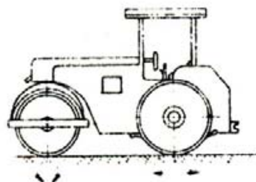
точкаши

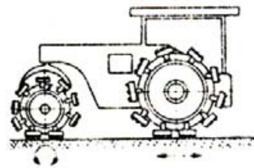
статичко и/или вибрационо дејство

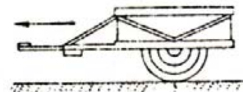
ваљак-глатки челични точкови, гумени точкови, са бодљама, са решеткастим точковима

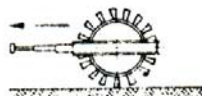
вибрационе плоче и компактори

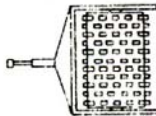
ударни набијачи и плоче


Motorni valjak sa 3 glatka točka

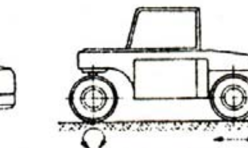

Valjak sa naplatcima

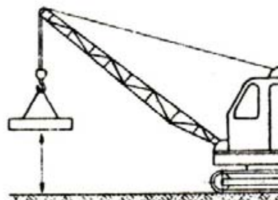

Vučeni valjak sa gumenim točkovima

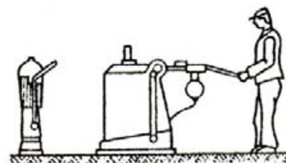

Valjak sa bodljama

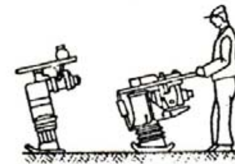


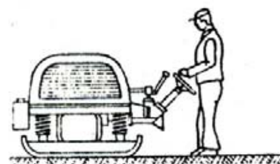
Valjak sa rešetkom

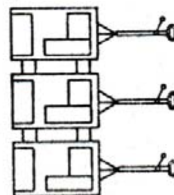

Samohodni valjak s gumenim točkovima

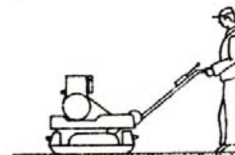

Bager sa udarnom pločom

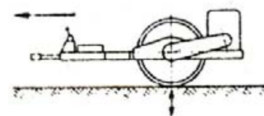

Eksplozivni udarni nabijači

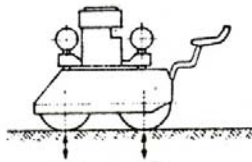

Vibraciono-udarni nabijači

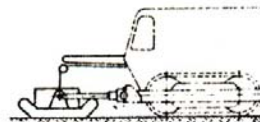

Teška vibraciona ploča


Kompaktor sa više ploča


Laka vibraciona ploča


Vučeni vibracioni valjak


Tandem vibracioni valjak


Vibracioni kompaktor

Уређаји за збијање



Ваљак са челичним точком



Ваљак са гуменим точковима



Комбиновани ваљак



Ваљак са бодљама

Ваљак са бодљама



Ударни набијачи



Ударна плоча

- коловозна конструкција

уређаји за разастирање и уграђивање готове мешавине и статичко и/или вибрационо дејство

финишери-разастирање и фино планирање асфалта или бетона

ваљак-челични и/или пнеуматски, са или без вибрација за збијање масе

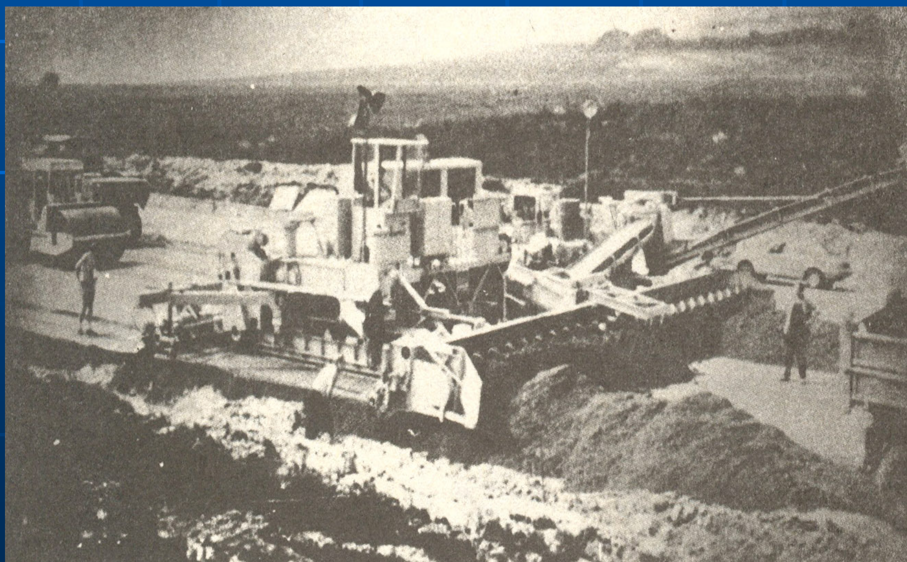
вибратори и виброплоче-уграђивање бетона



Финишер



Финишер



Финишер за бетон



Ваљци

- остало

специјално конструисана оруђа за обраду материјала или специфичне операције (пренос материјала, ископ тунела, монтажа...)





Прикључак за механичку стабилизацију



Глодалица за ископ тунела

- ✓ избор оруђа

  избор најпогоднијег оруђа или гарнитуре за радове зависи од потребног/жељеног учинка, дужине превоза материјала, количине материјала који се ископава или уграђује, врсте терена

- ✓ радне групе

  I ископ-утовар-превоз земљаног материјала

  II уграђивање-збијање земљаног материјала

  III производња-превоз-уграђивање материјала за коловозне конструкције

  IV специјалне машине за поједине радове (тунели, опрема и сигнализација, стабилизација материјала...)

Организација и извођење радова

- ✓ подручја радова: траса, девијације, прикључци, регулације, објекти за премошћавање, мањи објекти и конструкције, тунели
- ✓ групе радова

  припремни радови

  земљани радови и темељење

  коловозне конструкције

  одводњавање

  грађевински и занатски радови

  саобраћајна опрема и сигнализација

  услуге трећих лица

- ✓ план организације радова
  - план радова и динамика дефинишу: време и рок почетка/завршетка радова, финансијска средства (прилив и трошење), ресурсе (материјали, механизација, радна снага, техничко и друго особље...)
  - планом се дефинише почетак и крај израде сваког појединачног објекта (траса, конструкције...)
  - најчешће се врши подела на временске и просторне одсеке (етапе или фазе извршења, деонице)
  - деонице се одређују према обиму радова, врсти радова или објеката, тежини извршења, препрекама које треба савладати, технолошким захтевима и сл.
  - дужина деонице је најчешће 5-10 km, а поклапа се углавном са локацијом објекта или специфичном врстом радова

Pozicija radova	VRSTA RADOVA
	1. Uredjenje gradilišta
1.1.	Izgradnja zgrada za stanovanje i upravu radionice, magacini
1.2.	Izgradnja prilaznih puteva i saobraćajnica
1.3.	Rušenje naselja i podignutih objekata
1.4.	Izgradnja dalekovoda za struju i vodovoda
1.5.	Pripremni radovi
	2. Radovi na radilištu
2.1.	Čišćenje terena, rušenje objekata i sl.
2.2.	Premeštanje dalekovoda, vada i sl.
2.3.	Sečenje drveća i šiblja
2.4.	Skidanje humusa
2.5.	Iskop useka
2.6.	Izgradnja nasipa
2.7.	Iskop jama za temelje objekata
2.8.	Izgradnja propusta cevastih u nasipu
2.9.	Izgradnja pločastih propusta i objekata
2.10.	Izgradnja zidova
2.11.	Planiranje posteljice (završnog sloja)
2.12.	Izgradnja tamponskog sloja
2.13.	Izgradnja nosećeg sloja (cement.stab).
2.14.	Izgradnja kolovoznog zastora:
	- vezni sloj
	- habajući sloj
2.15.	Obrada bankina
2.16.	Humuziranje kosina useka i nasipa
2.17.	Izrada odbojne ograde ......
.....	(i ostale operacije)

Prva godina — Meseci: 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Druga godina — Meseci: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

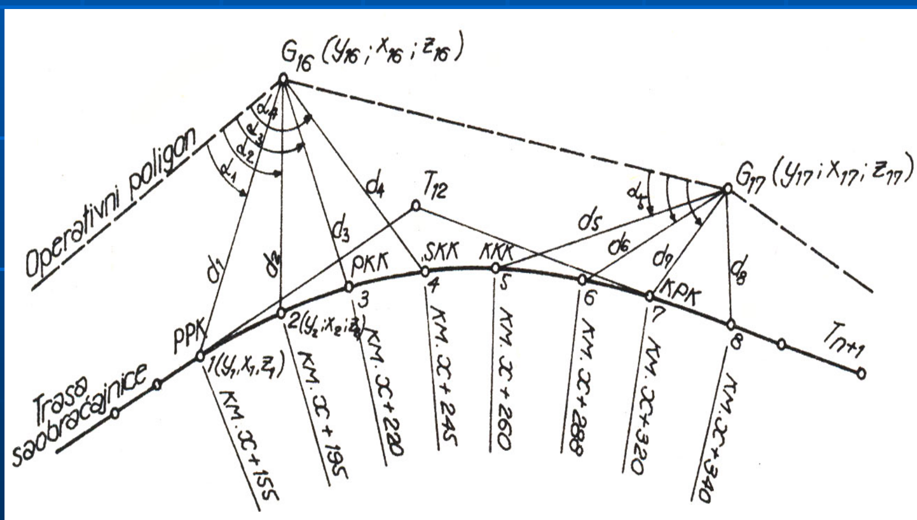
Zimski period - prekid radova izuzev u tunelu ili ako se obavlja priprema elemenata, materijala i iskop u kamenom materijalu

Пример динамичког плана

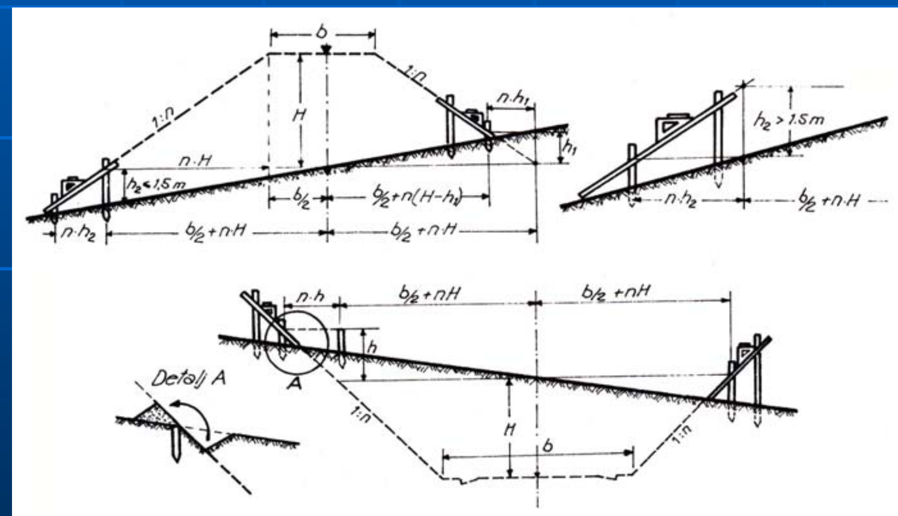
- ✓ припремни радови

  низ радова којима се омогућава увођење извођача у посао и припрема за обављање главних грађевинских радова

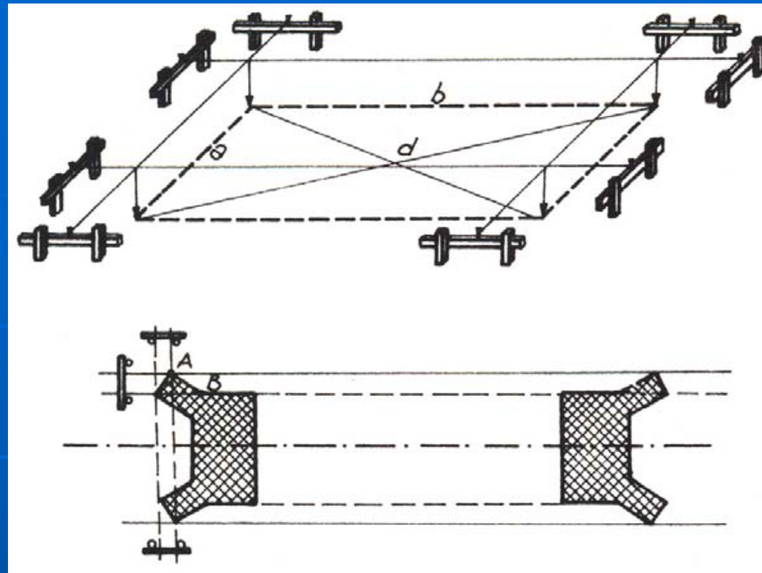
  - обележавање трасе и објеката (исколчавање трасе, попречних профила и објеката)



Обележавање трасе са оперативног полигона



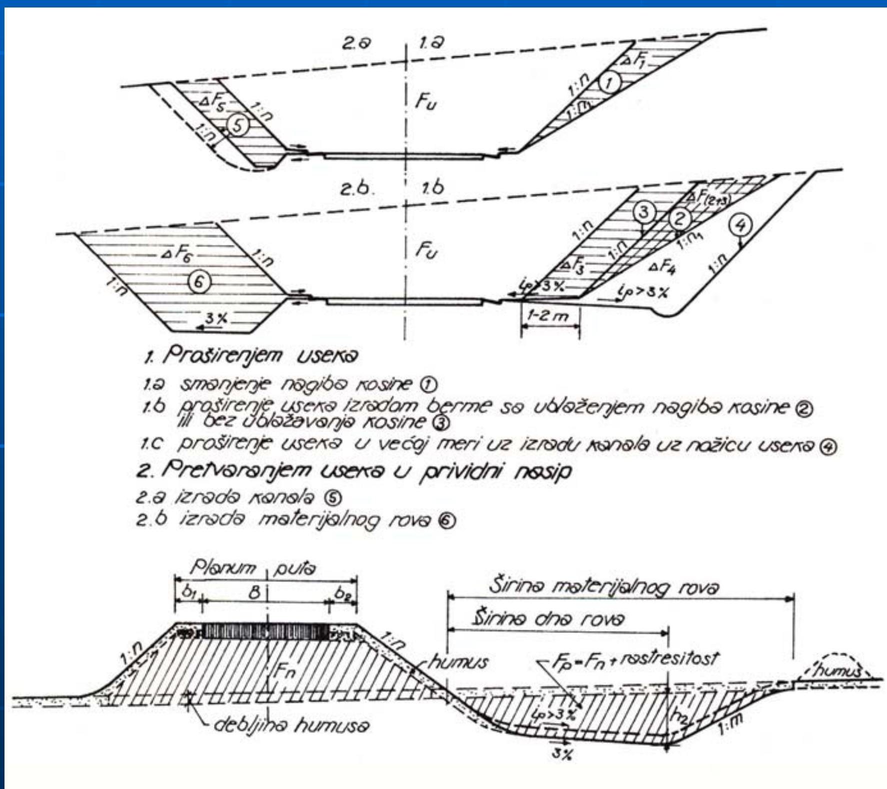
Обележавање попречних профила



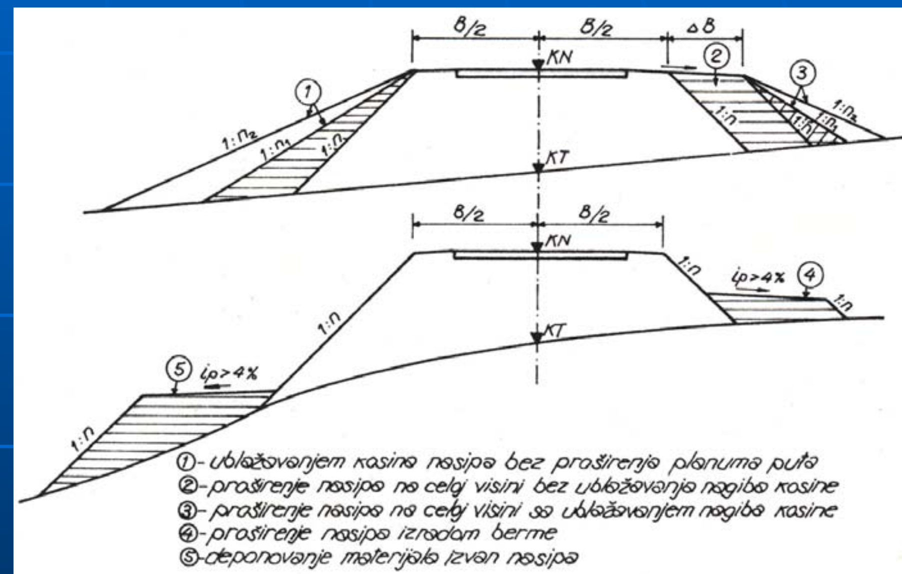
Обележавање темеља објеката

- чишћење и припрема терена (уклањање растиња, дрвећа и хумуса, рушење и уклањање објеката и саобраћајница, уклањање опреме и сигнализације, ограничавање саобраћаја)
- регулисање водотока и одвођење површинских вода (ископ корекција корита, ископ заштитних канала градилишта, израда одбрамбених насипа)

- отварање и уређење позајмишта (проширење усека, претварање усека у привидни насип, материјални ровови, издвојене локације)
- депоније материјала (проширење насипа, избор издвојене локације и припрема за депоновање)



Отварање позајмишта у трупу саобраћајнице и са стране насипа



Одлагање вишка материјала уз насип

уређење градилишта подразумева и:

избор места за седиште градилишта и изградњу објеката (смештај особља, стамбене зграде, радионице, складишта материјала, гараже за смештај машина, надстрешнице, лабораторије и сл)

изградњу инфраструктуре за повезивање градилишта и седишта деоница са јавном инфраструктуром (саобраћајнице за превоз материјала и механизације, водовод, канализација, струја и др)

изградњу прилазних путева до већих објеката на градилишту (тунели, мостови, вијадукти, позајмишта, депоније) и радних стаза дуж градилишта

- ✓ земљани радови и темељење

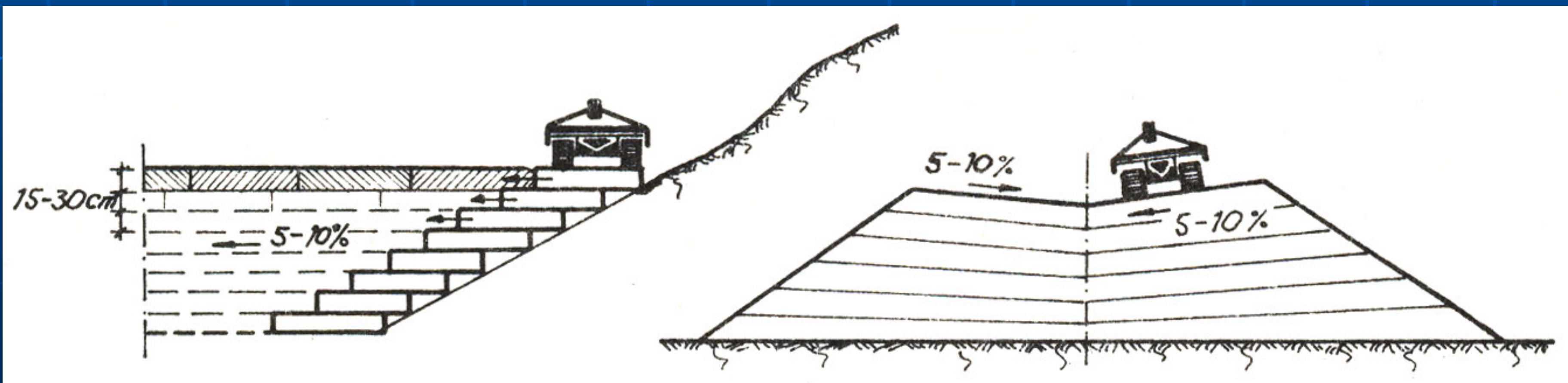
ископи, насипање, обрада темељног тла, заштита косина, заштитни слојеви, ојачање тла, темељење

- ископи

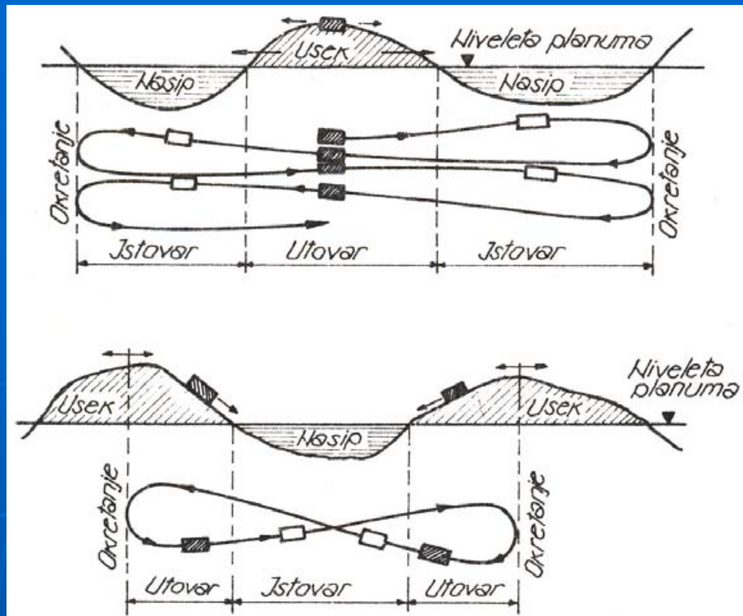
откидањем, засецањем, раскопавањем, разбијањем, испирањем

ручно и машински

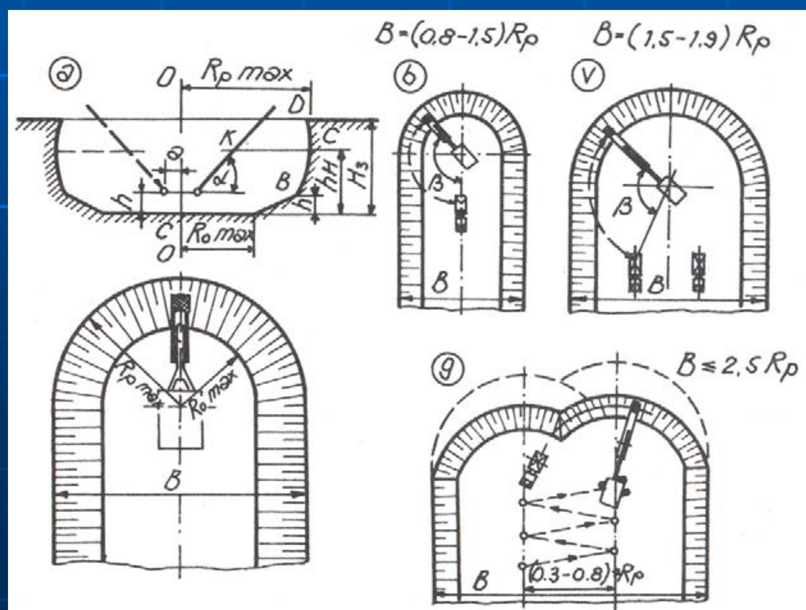
разликују се поступци у меким земљаним материјалима и стени



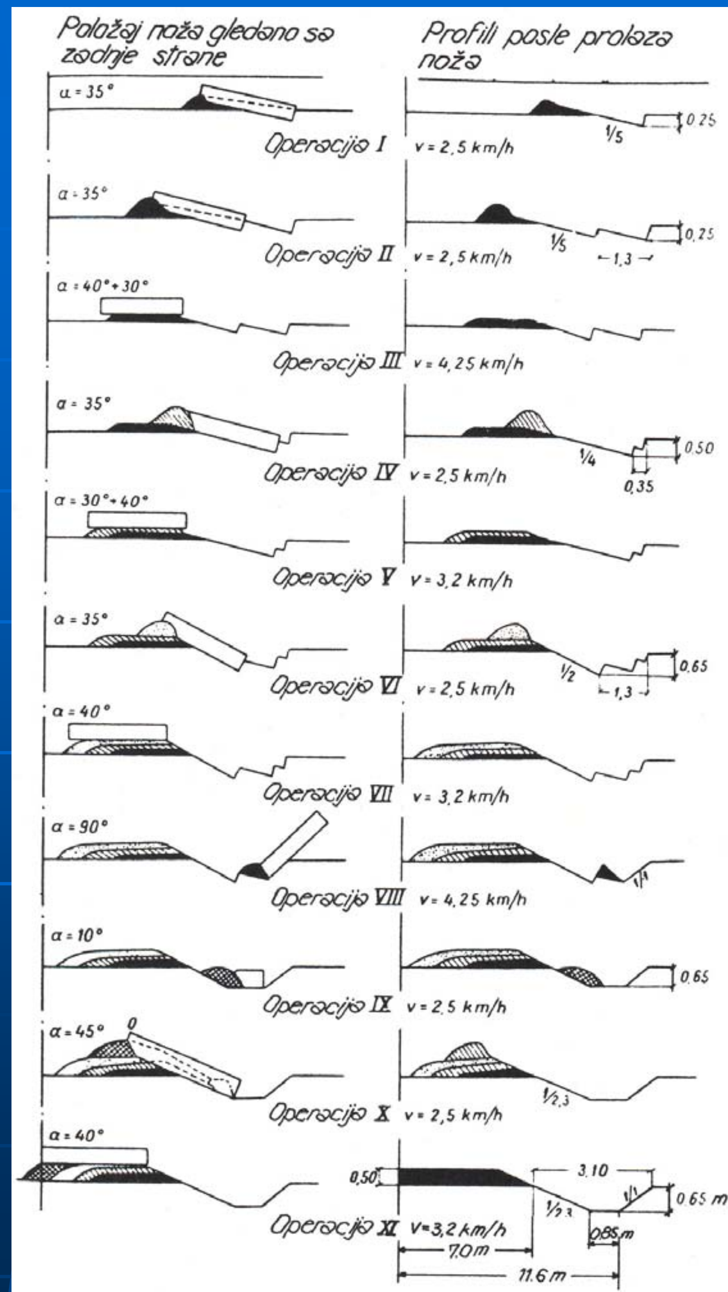
Поступак засецања и насипања скрепером



Исков и насипање скрепером



Исков усека с чела багером

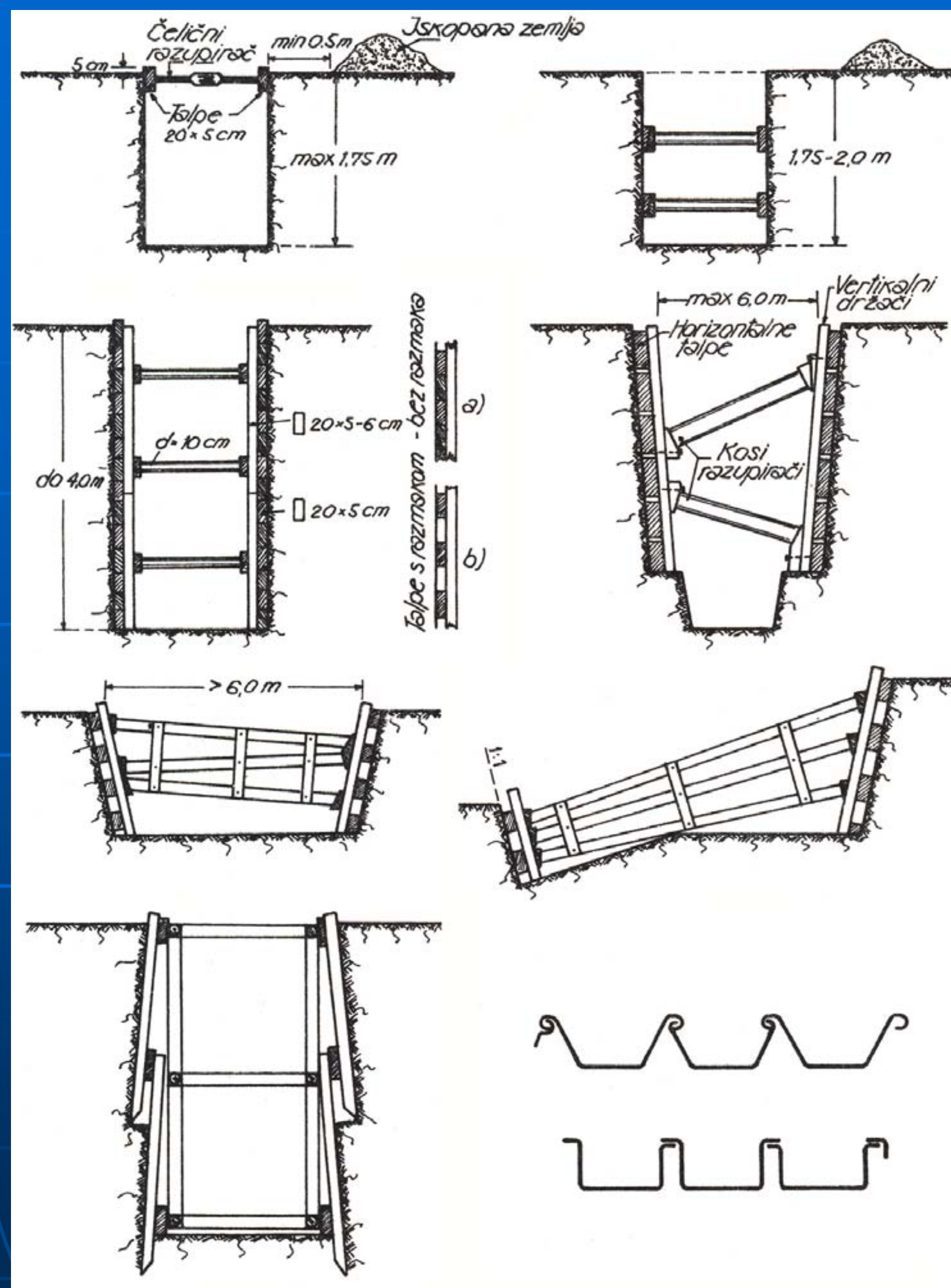


Исков јарка грејдером

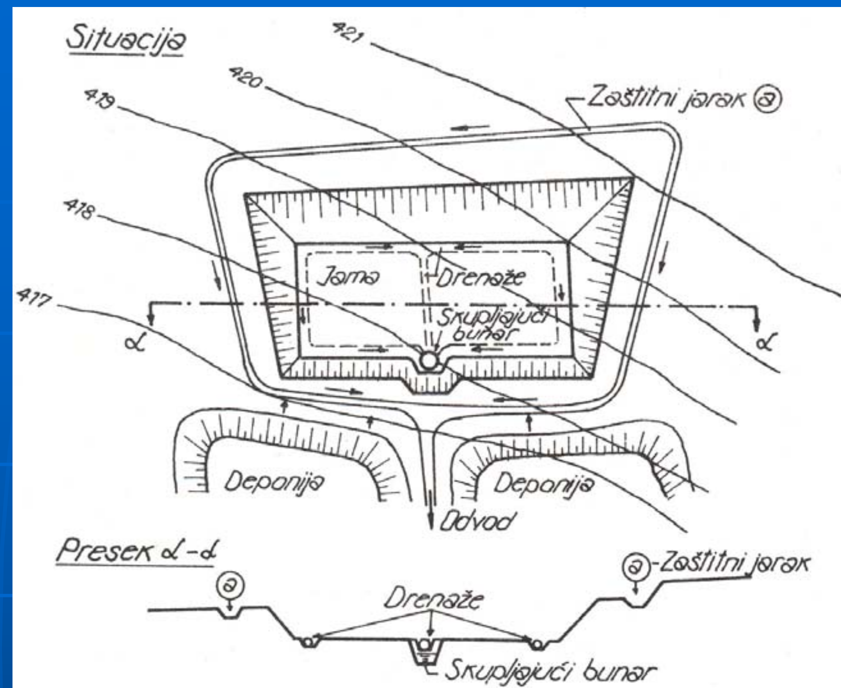
Ископ усека са стране багером

Поступак хидрауличког ископа

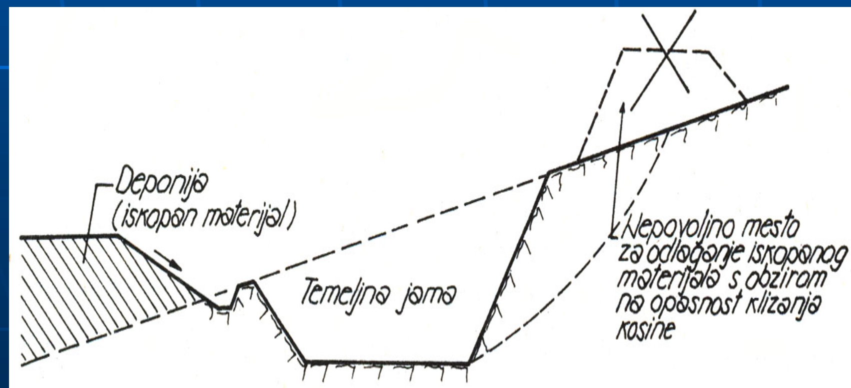
Ископ и насипање рефулирањем



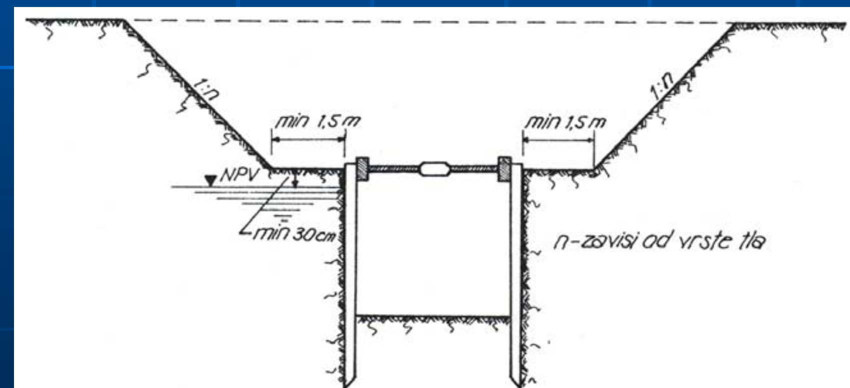
Подграђивање темељних јама и ровова



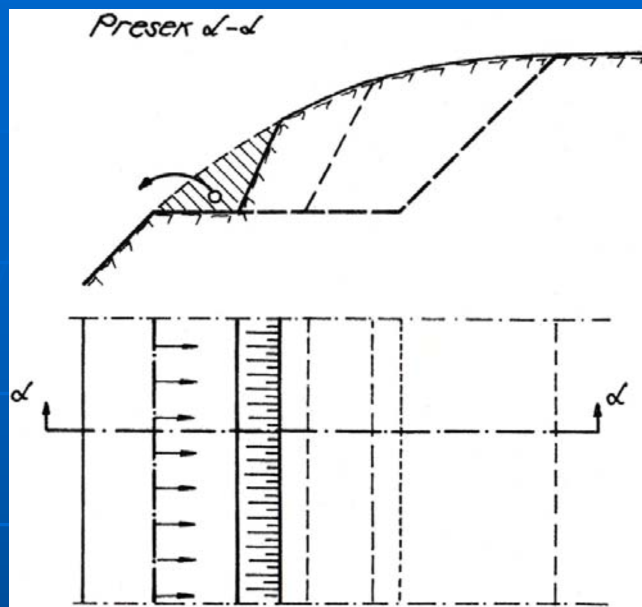
Одводњавање темељне јаме



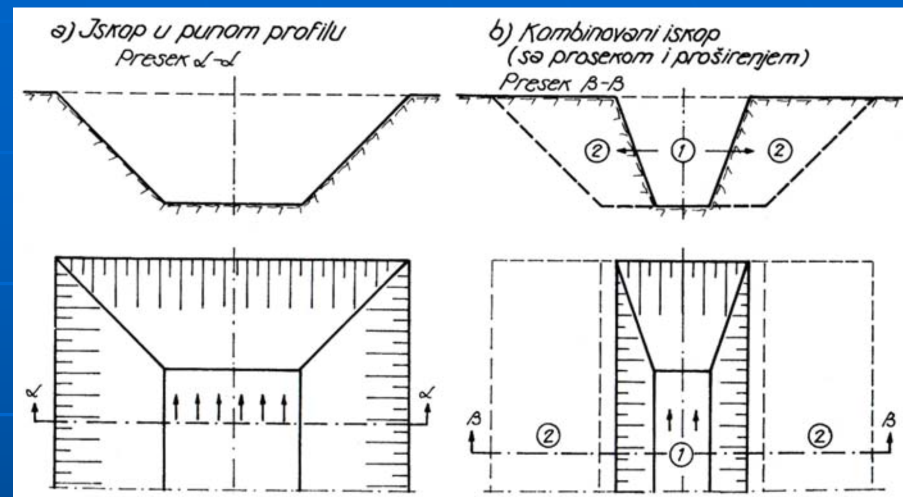
Депоновање материјала при
ископу темељне јаме



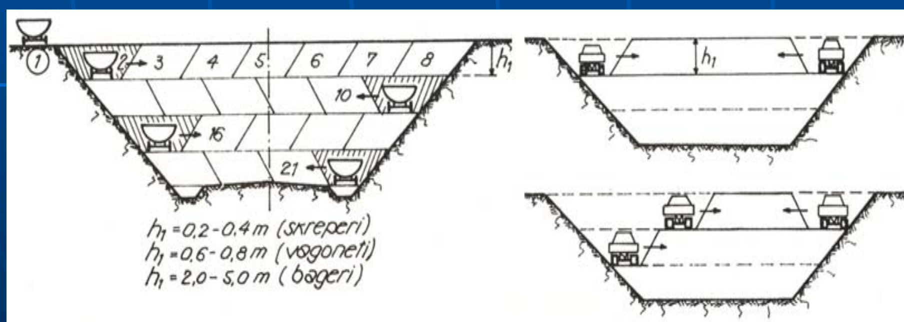
Обезбеђење јаме са високим
нивоом подземне воде



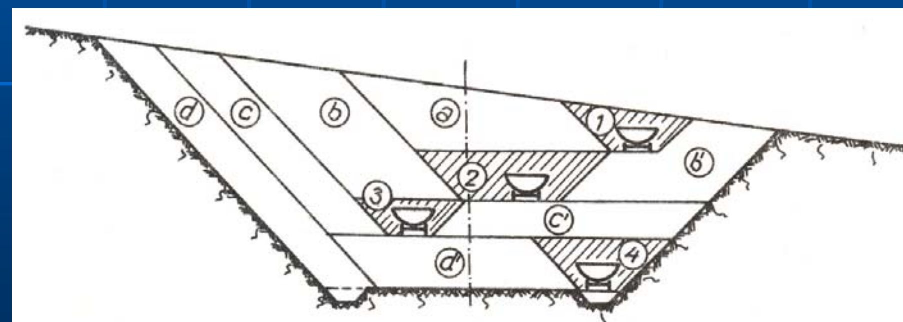
Изградња усека у линији са бока



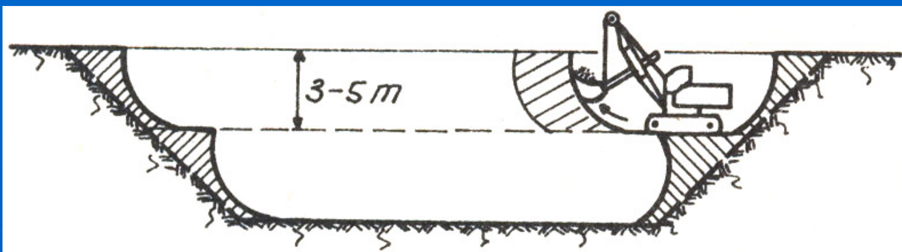
Изградња усека унапред са чела



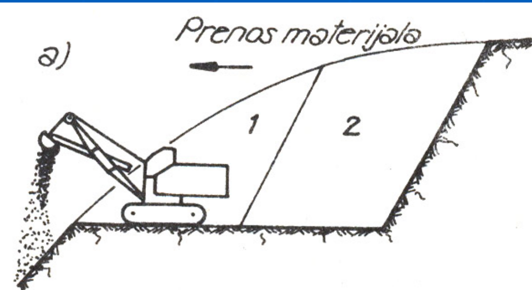
Ископ усека у подужним слојевима, са једним или више нападних места

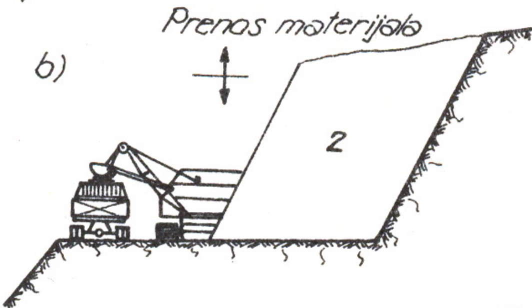


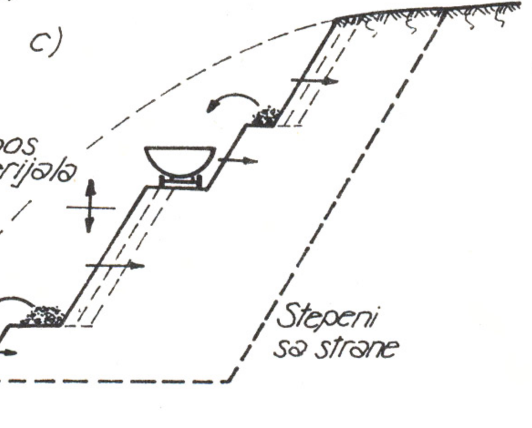
Ископ дубоких усека у подужним нагнутим слојевима

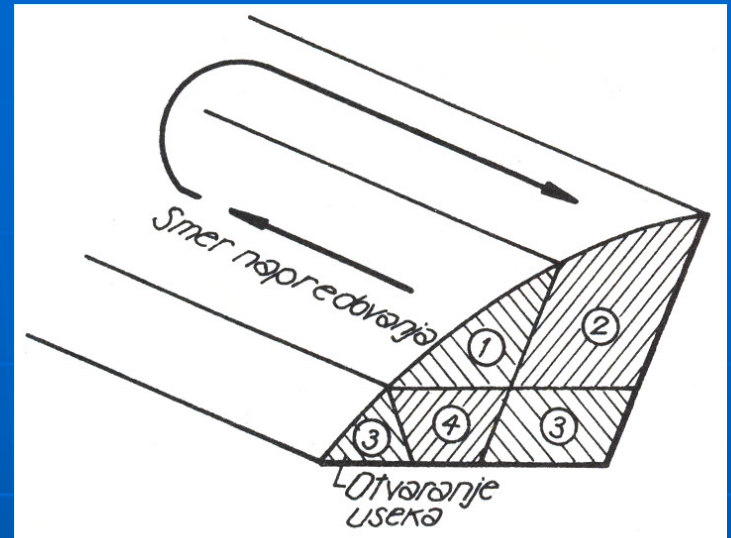


Ископ багером

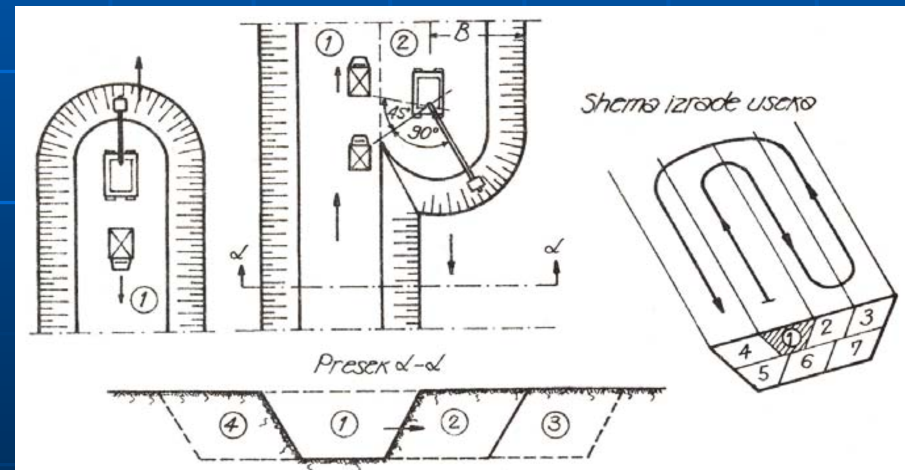






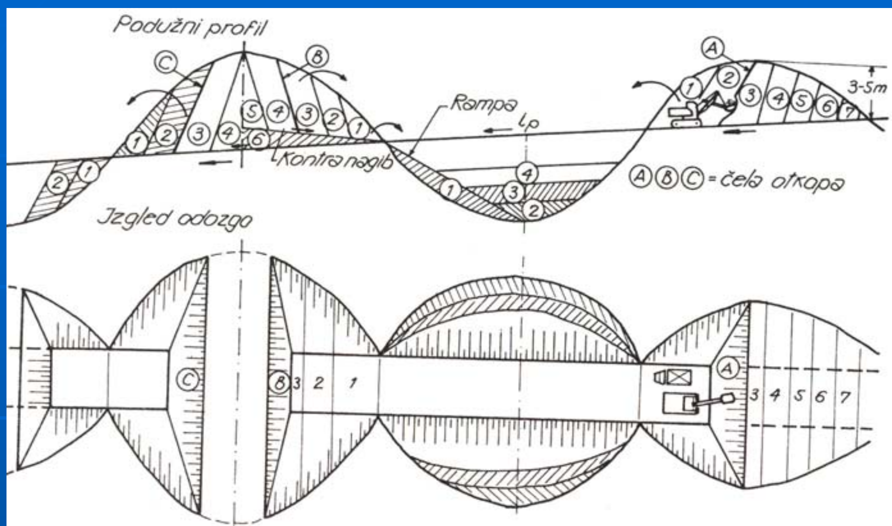


Шема ископа са отварањем у доњем делу

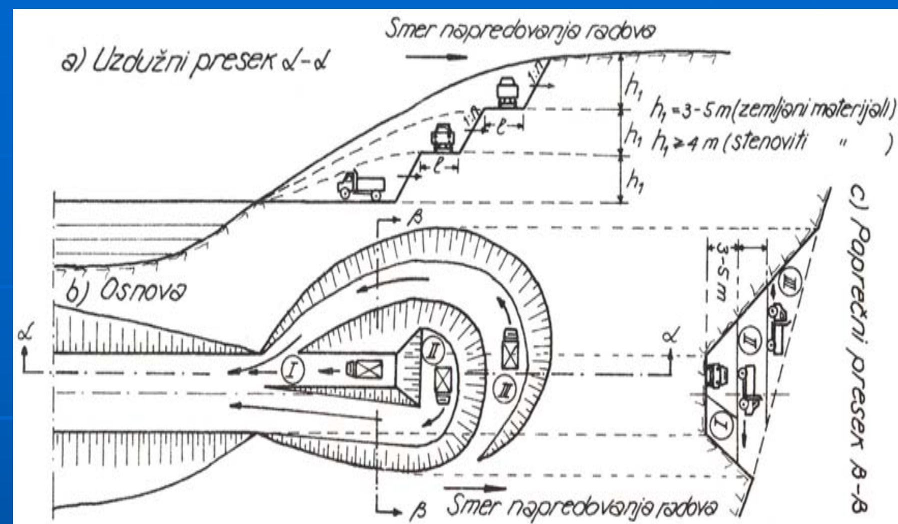


Ископ усека уз помоћ просека

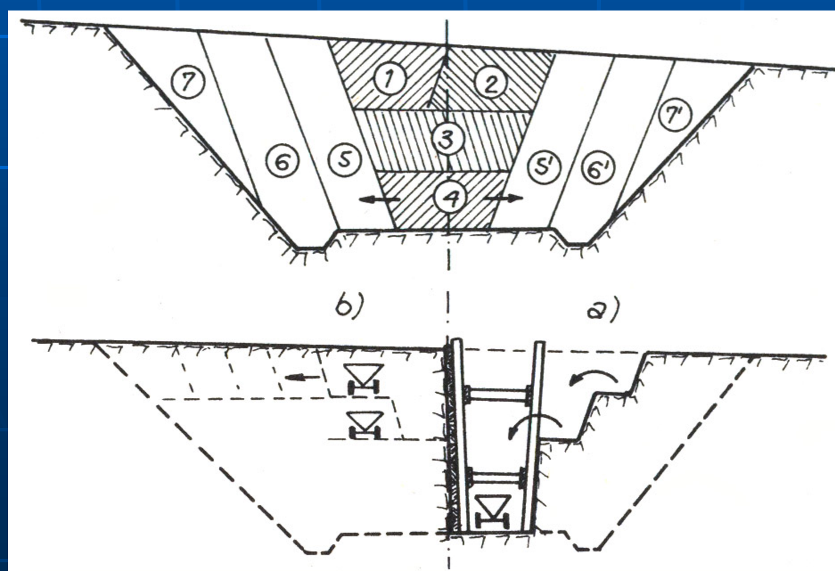
Ископ засека уз попречни или подужни превоз материјала



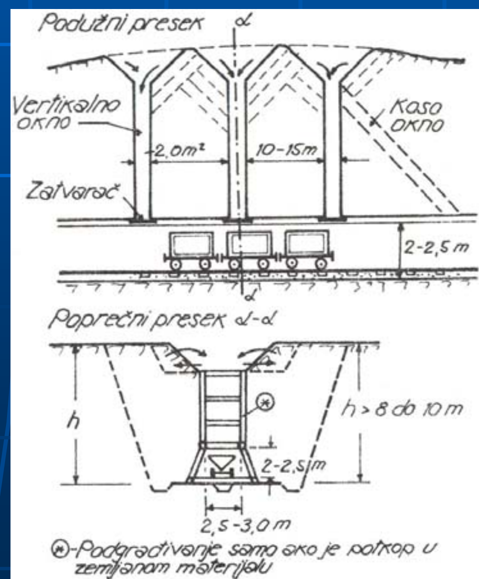
Ископ усека с чела



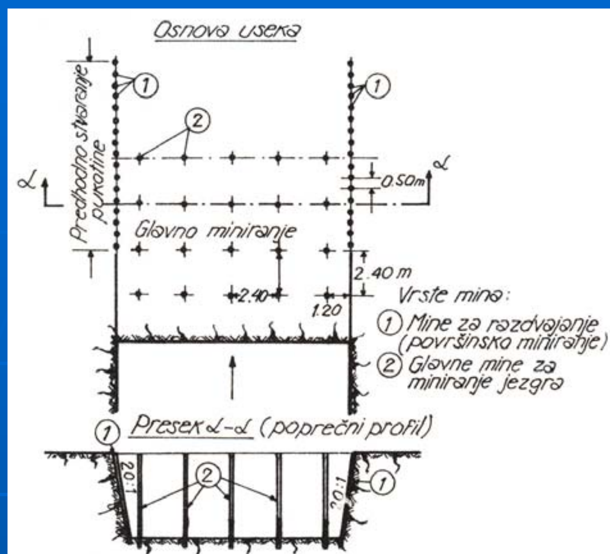
Ископ усека с чела у терасама



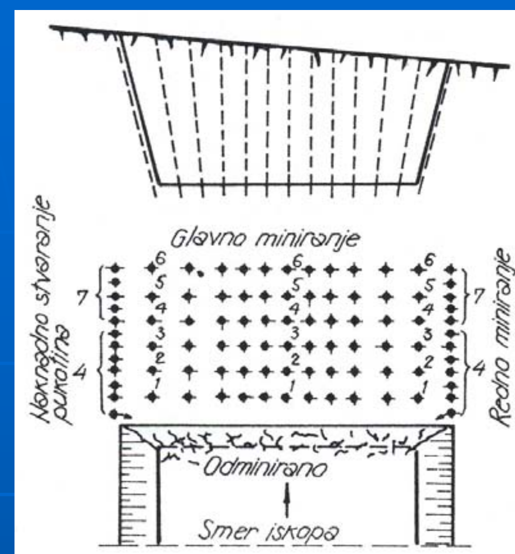
Ископ усека уз помоћ просека



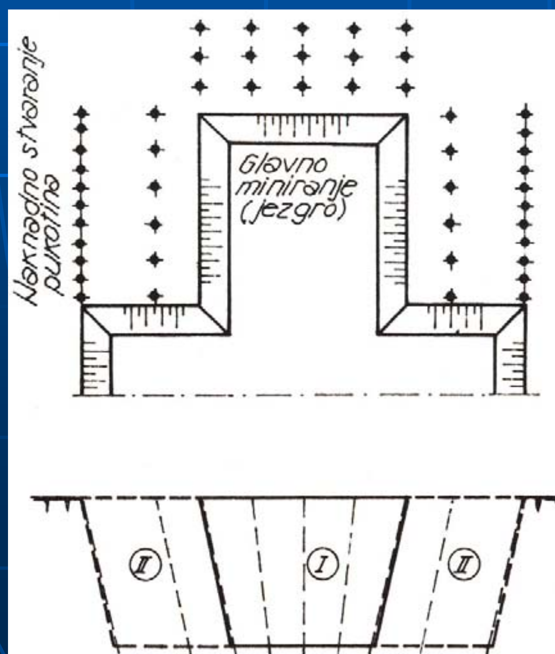
Ископ усека уз помоћ поткопа



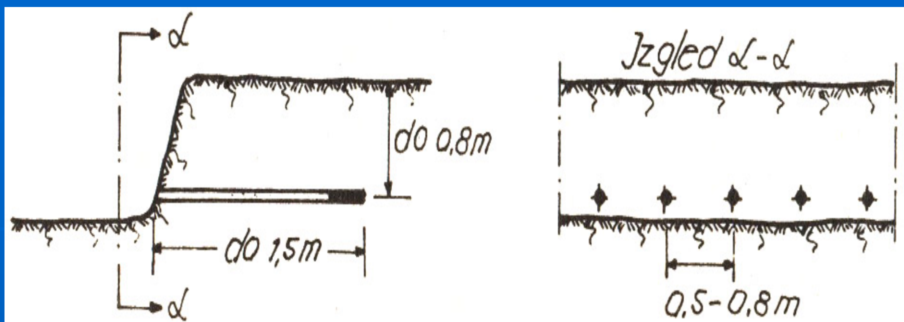
Израда усека равним минирањем уз претходно одсецање косине



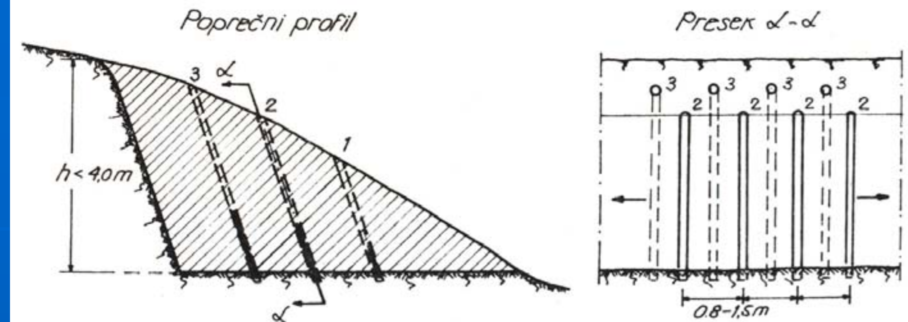
Израда усека равним минирањем уз претходни ископ језгра



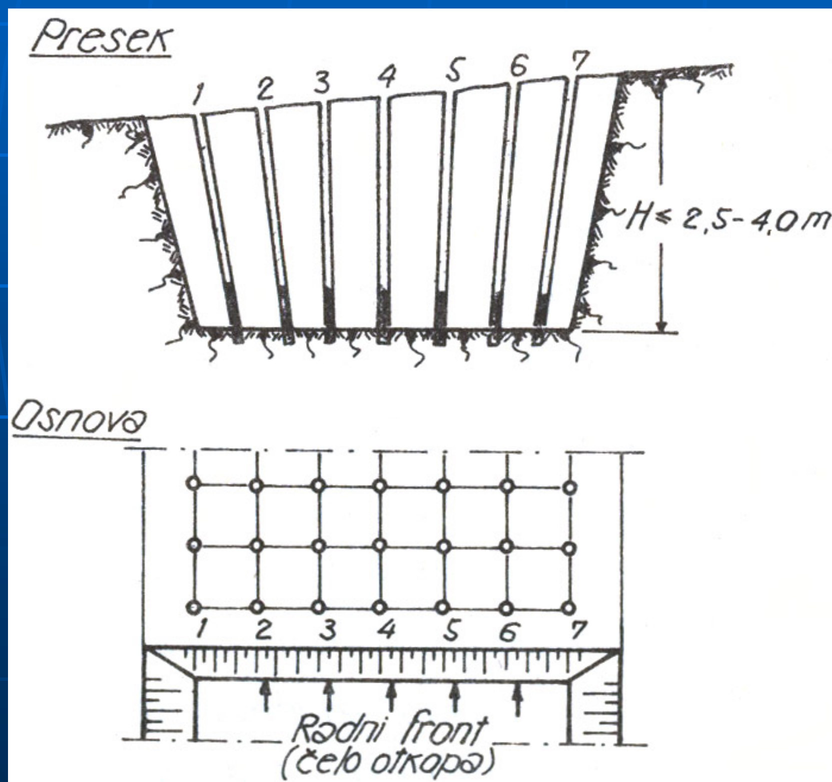
Израда усека помоћу просека и накнадног равног минирања са проширењем просека



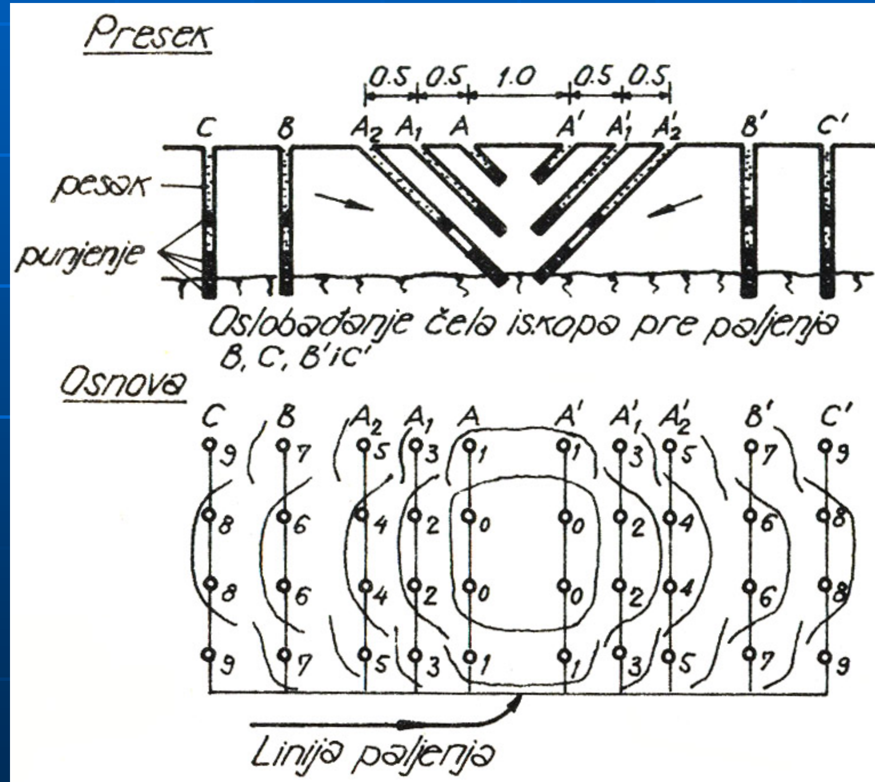
Површински откоп подижућим минама



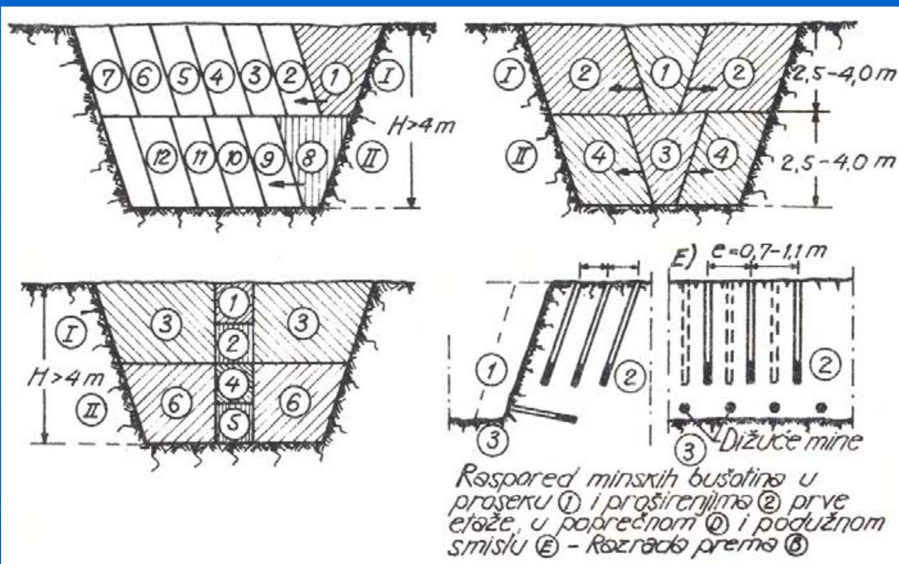
Израда засека класичним минирањем



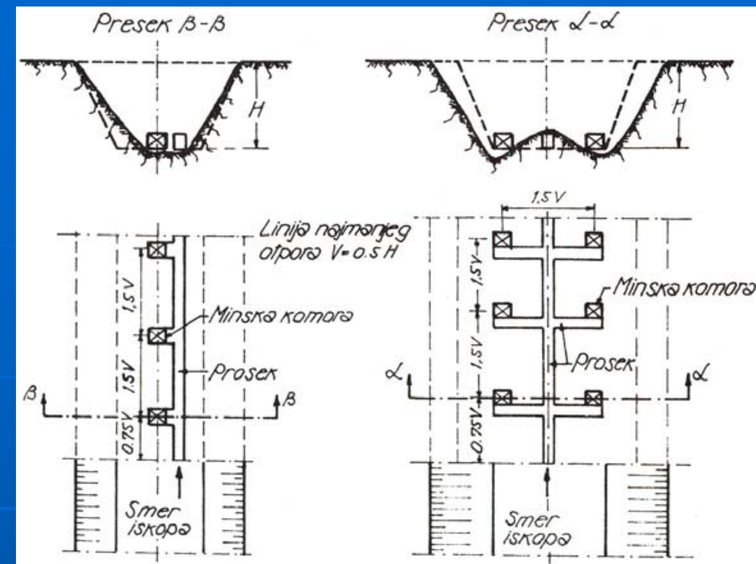
Израда усека с чела применом мреже бушотина



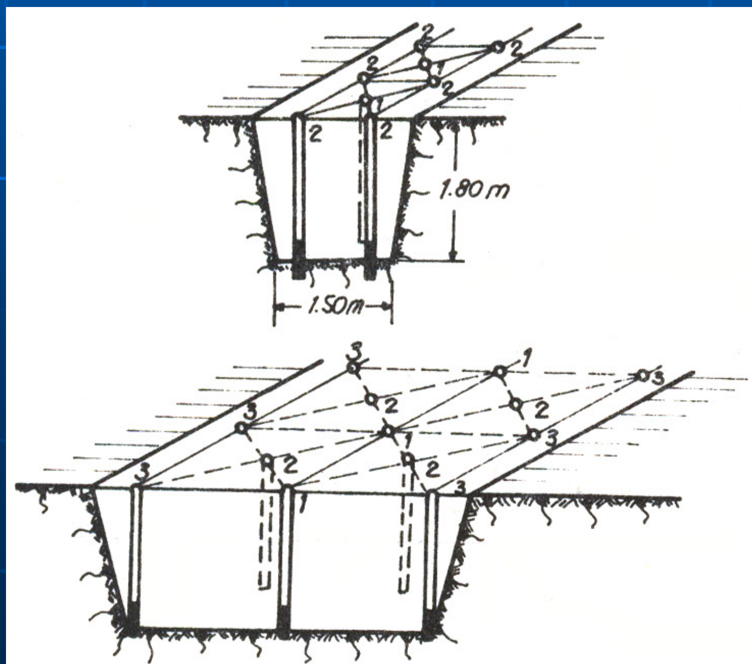
Израда усека применом мреже усмерених бушотина



Израда дубоких усека у више етажа помоћу подужног просека



Израда дубоких усека коморним минирањем



Ископ ровова и темељних јама (мале дубине и широки)

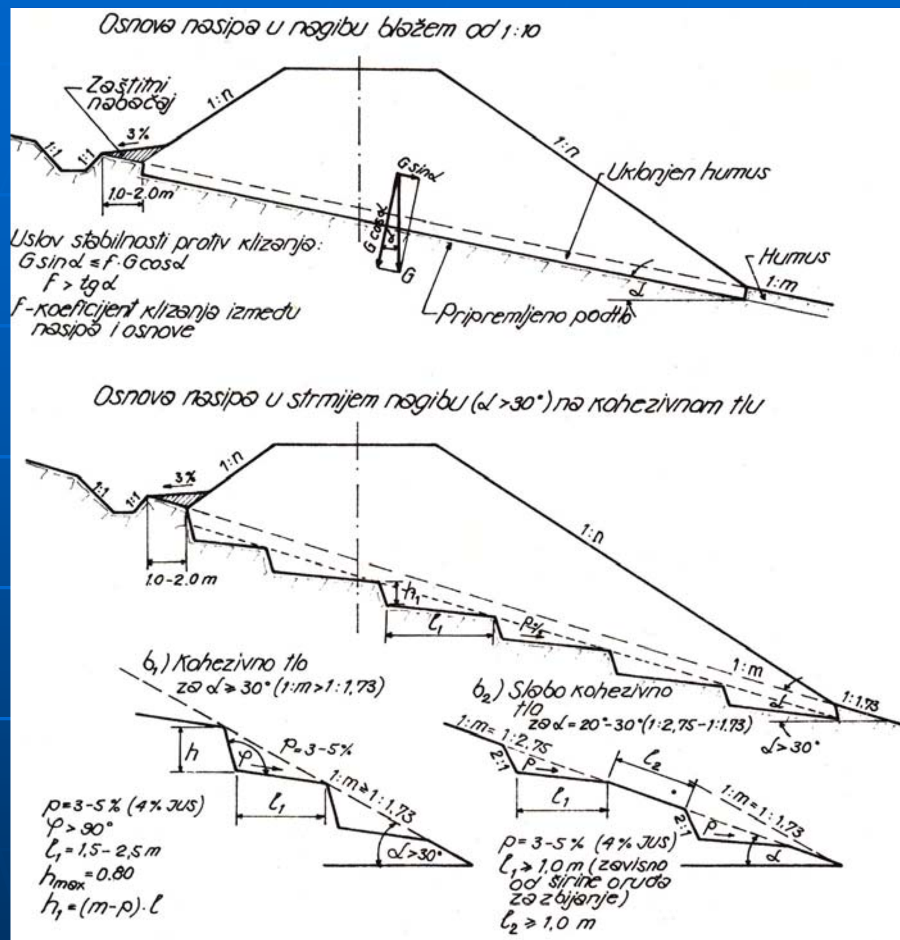
- насипање

насипи су чврсти и масивни објекти, тачно одређеног облика, који морају бити стабилни и у највећој могућој мери коначних облика и димензија напосредно по завршеној изградњи

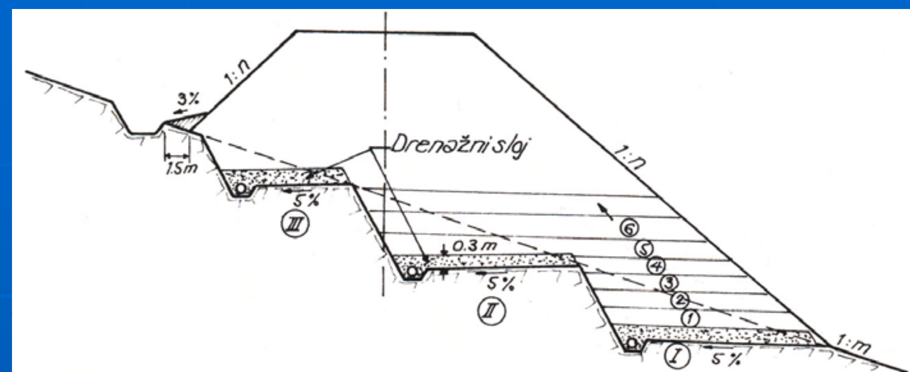
проблеми: стабилност темељног тла (слегање темељног тла и клизање насипа по темељном тлу), стабилност насутог материјала, стабилност косине насипа и отпорност на дејство ерозије

разликују се поступци на добро носивом тлу, на слабо носивом и стишљивом тлу и уз објекте, као и за насипе од земљаног и каменог материјала

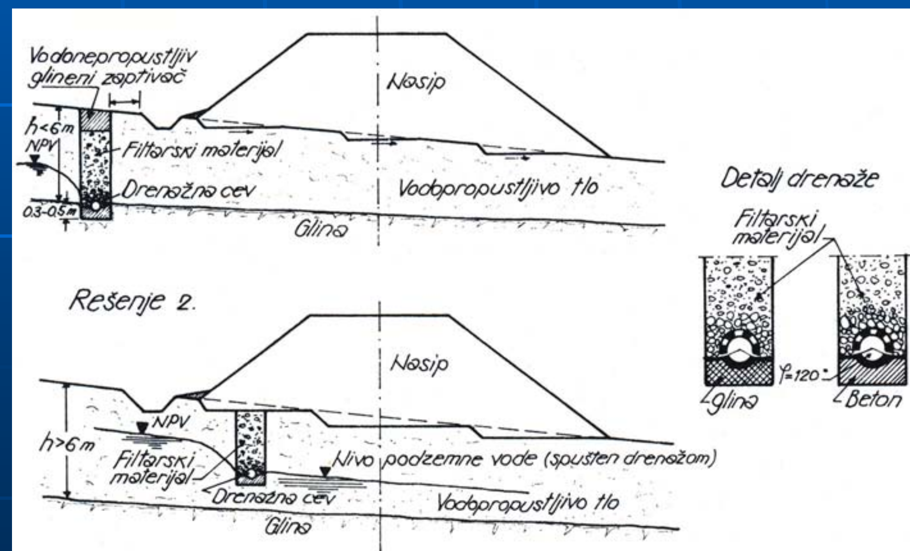
посебан проблем представља исправно збијање слојева насипа и обезбеђење стабилне основе за постављање коловозне конструкције



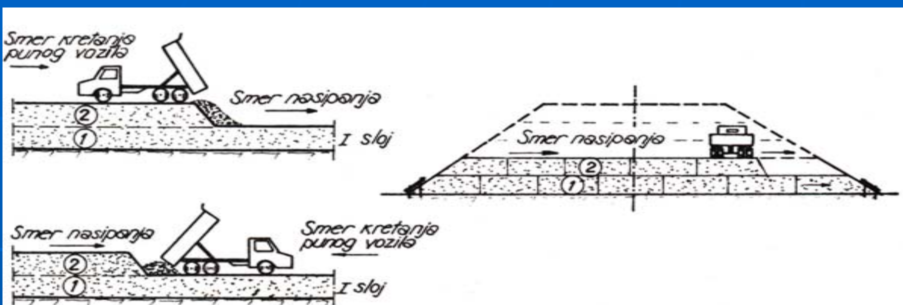
Обезбеђење насипа од клизања засецањем терена



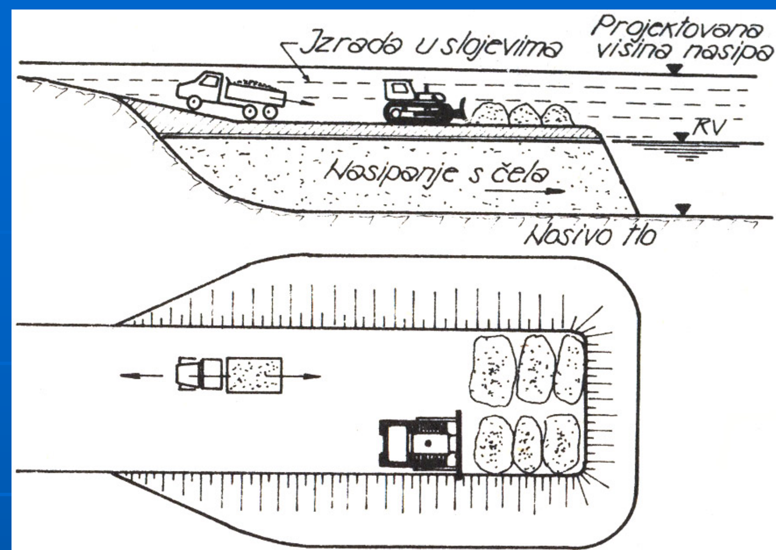
Побољшање стабилности насипа површинском дренажом и засецањем терена



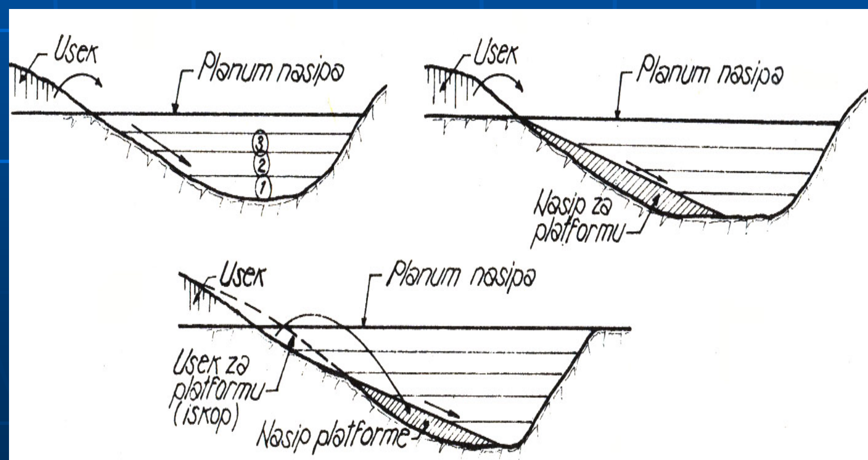
Дренирање тла испод насипа вертикалном паралелном дренажом



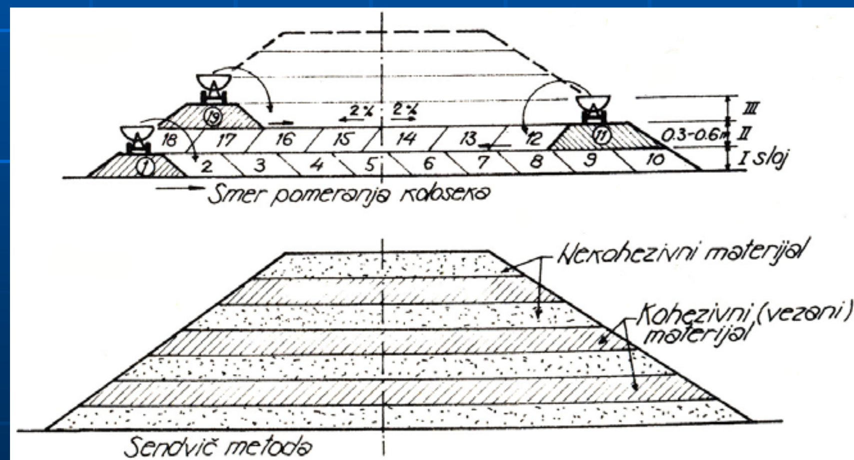
Изградња насипа у хоризонталним слојевима



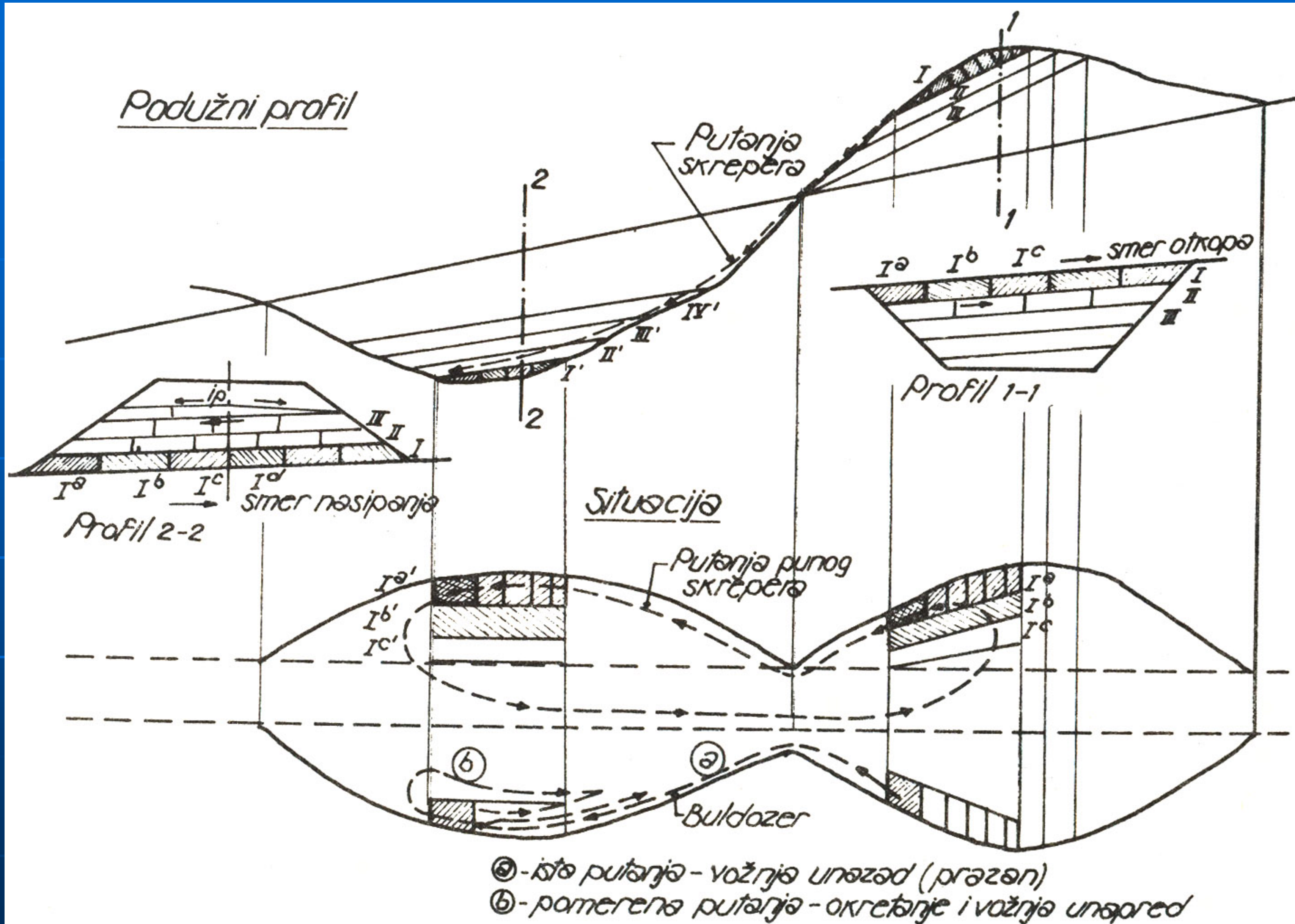
Изградња насипа с чела у хоризонталним слојевима



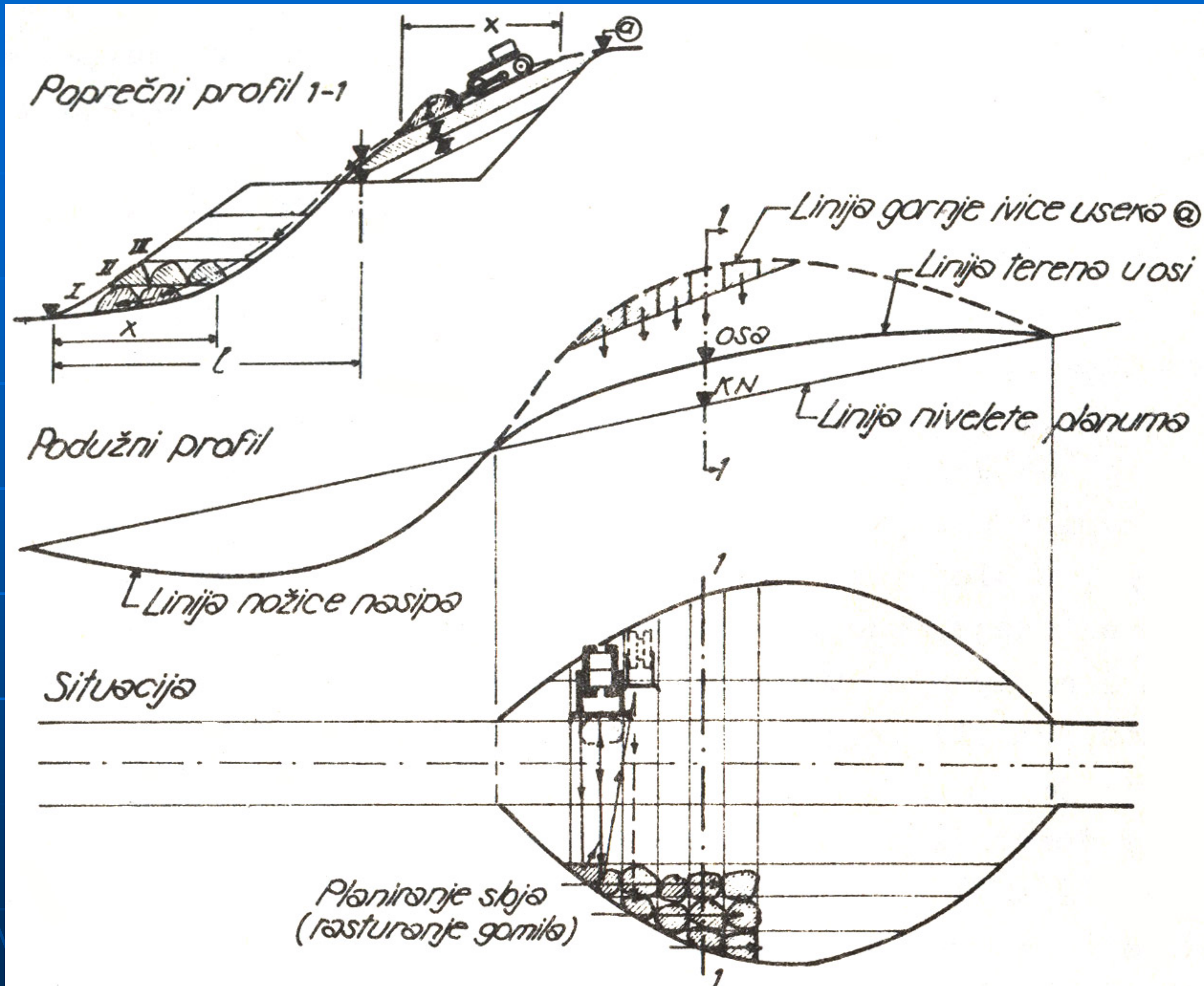
Поступци изградње насипа



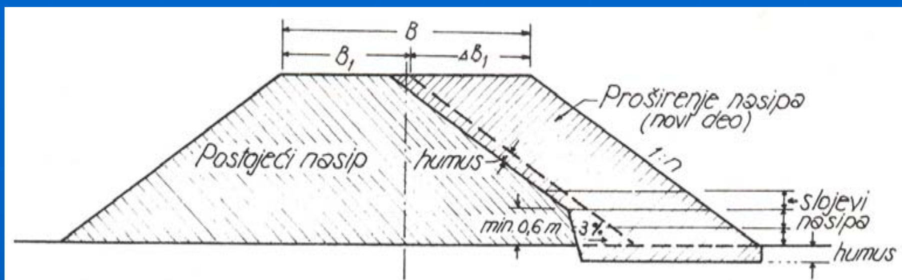
Изградња насипа у хоризонталним слојевима уз превоз вагонетима и по сендвич поступку



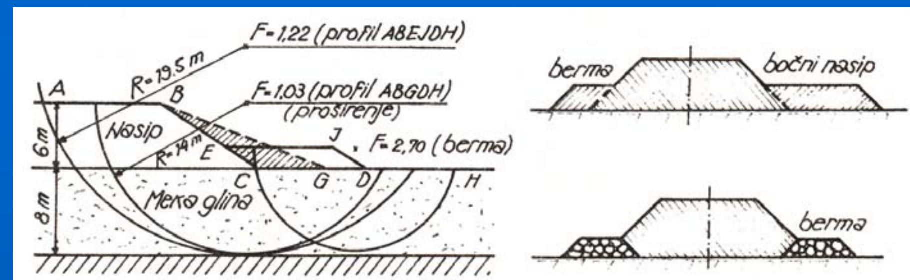
Изградња насипа у слојевима уз подужни превоз материјала скреперима или булдозерима



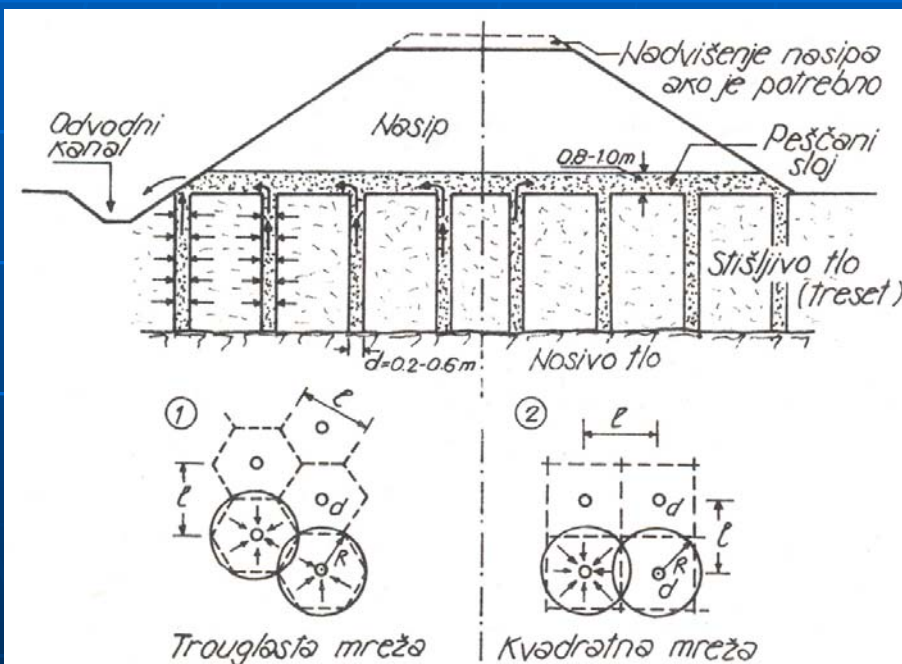
Изградња насипа у слојевима уз попречни превоз материјала булдозерима



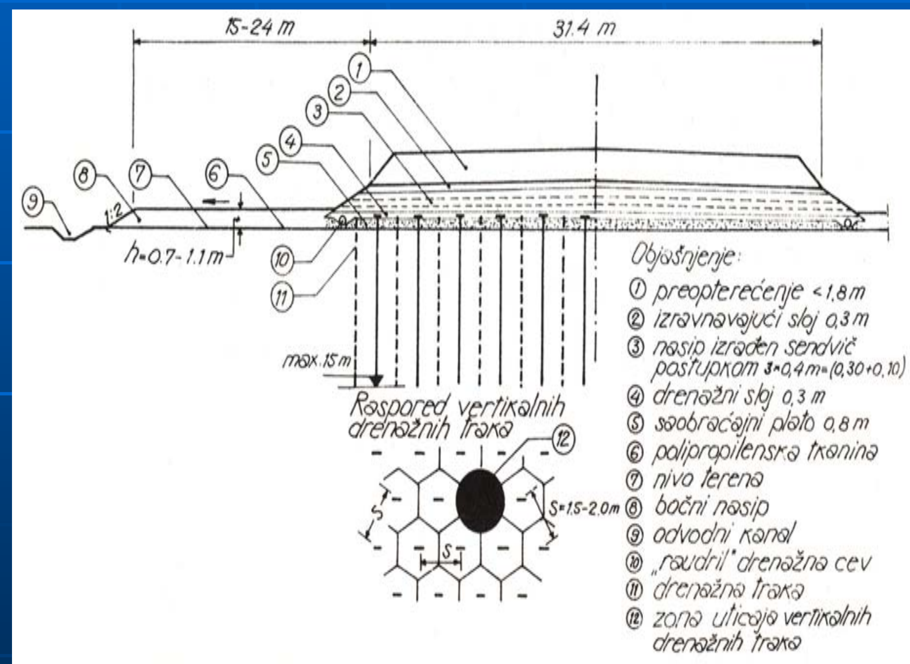
Поступак проширења постојећег насипа



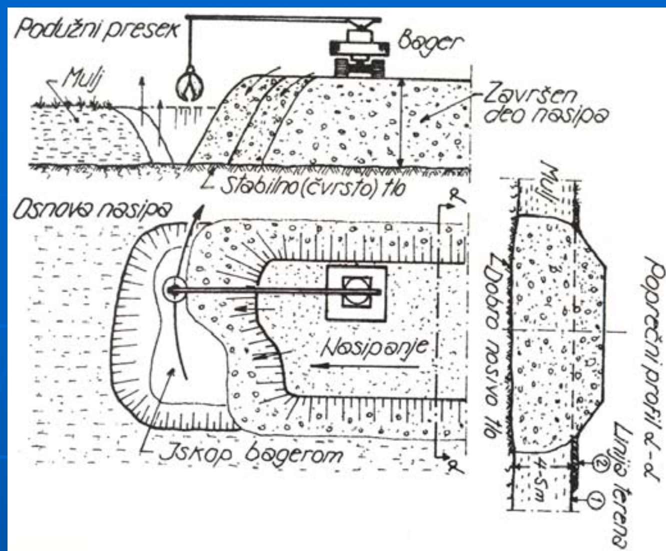
Проширење насипа ради смањења напона у стишљивом тлу



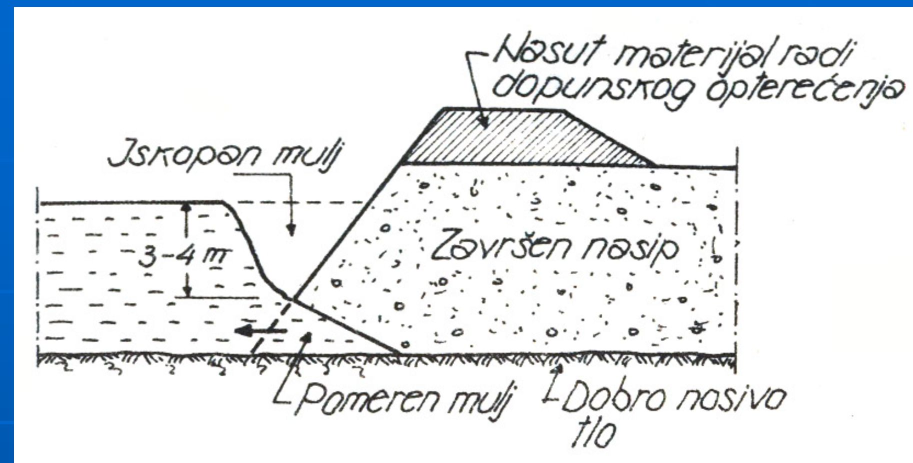
Изградња насипа на стишљивом тлу применом пешчаних дренова



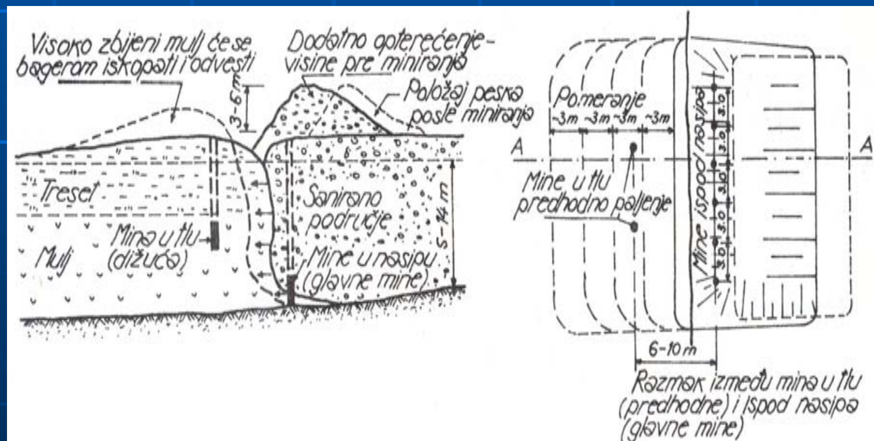
Изградња насипа на стишљивом тлу применом пластичних дренова



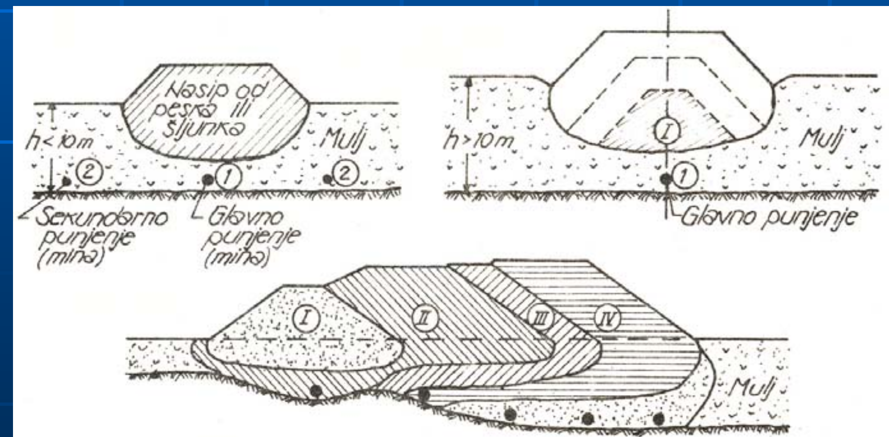
Изградња насипа заменом стишљивог тла



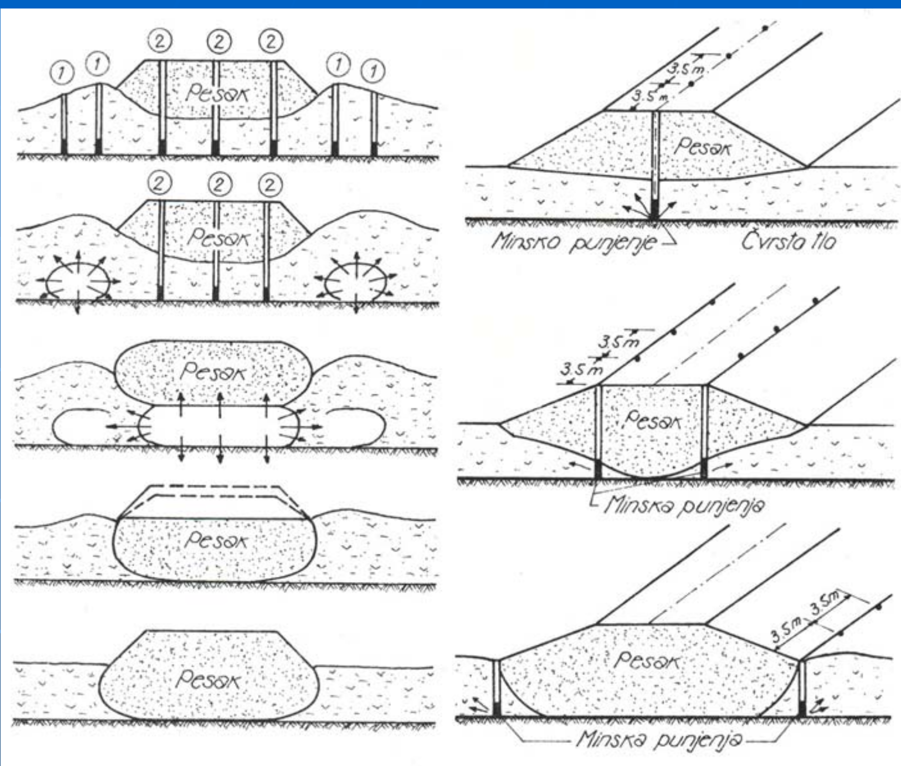
Изградња насипа делимичном заменом и истискивањем стишљивог тла



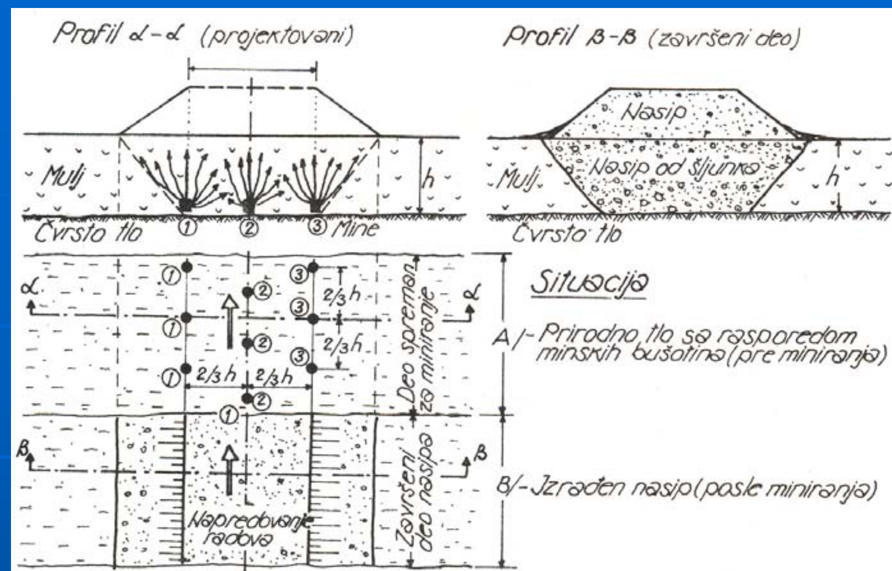
Изградња насипа комбинованим дејством истискивања и минирања



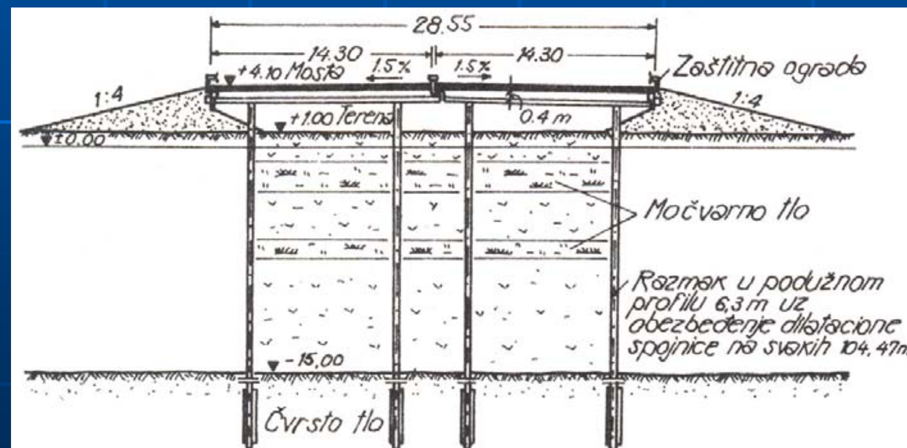
Изградња насипа уз истискивање испод насипа минирањем



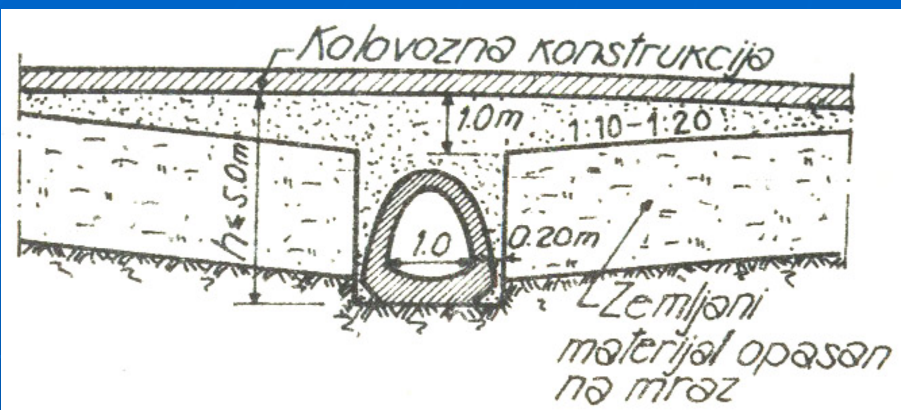
Изградња насипа помоћу експлозива



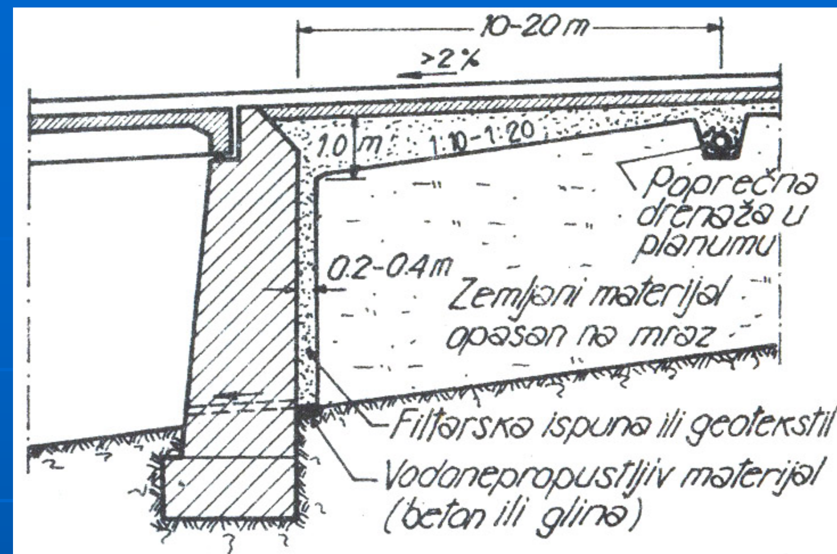
Изградња насипа помоћу експлозива



Изградња насипа на челичним шиповима



Изградња насипа изнад цевастог пропуста



Изградња насипа иза стуба друмског моста

„Filtram" (vertikalni dren sa rebrima u geotekstilu)
Nasip
Prosečena polivinilska drenažna cev za koju se fiksira „Filtram"
0.3-0.5 m
Zaptivka
Kamena naslaga (filter)
Nasip
i%
Barbakane
① Nasip od neplastičnog materijala
② Nasip od običnog materijala
Drenažni sloj
Drenažna cev
Glineni zaptivač

Израда испуне и дренаже иза потпорних зидова

- насипи од каменог материјала-дробљење крупних комада, елиминисање крупних комада, додавање ситнозрних фракција
- употребљивост материјала за изградњу насипа се оцењује према максималној величини зрна због могућности уграђивања и степена осетљивости на утицај воде (учешће фракција ситнијих од 0,076 mm)
- максимално зрно се ограничава на 400 mm, а у завршном слоју (постељица) на 100 mm
- за материјале који имају мање од 5 % фракција ситнијих од 0,076 mm може се сматрати да су неосетљиви на промену влажности
- за материјале са већим процентом ситних фракција морају се провести детаљна проучавања карактеристика с обзиром на пластичност, стишљивост, чврстоћу и утицај воде и мраза

збијање материјала насипа треба да буде оптимално- ако је недовољно доћи ће до накнадног слегања, а ако је претерано могуће је касније бубрење/издизање насипа (постигнута збијеност треба да буде између две граничне)

збијеност слојева по изради слоја треба да се повећава од основе ка површини насипа (нижи слојеви се додатно збијају услед тежине горњих слојева)

за високе насипа најзначајније је збијање у неколико последњих метара

насипи који се збијају уз велику пажњу (испод бетонских плоча и путева са тешким саобраћајем)- дебљина хоризонталних слојева усаглашена са могућностима средстава за збијање, захтевани степен збијености 95-100 %

насипи који се збијају уз мању пажњу-израда у хоризонталним слојевима уз правилан избор материјала и збијање слабијим средствима, чак само са средствима за превоз и разастирање, захтевани степен збијености 90-95 %

насипи које је могуће изградити без збијања (депоније, одбрамбени насипи, путеви нижег ранга)-минимална брига, насипање са стране или са чела, без контроле постигнуте збијености

Правила за успешно збијање:

1. не штедети на збијању, мали трошкови (око 1 %)

2. проучити пројекат и прилагодити механизацију врсти радова и очекиваним климатским и атмосферским условима током радова

3. не мешати засићеност водом и водопропустљивост пошто су то два различита феномена у односу на збијање

4. проучити индекс консистенције и пратити га код ситнозрних материјала (најбољи ефекти за I_c=1-1,3)

5. предвидети мере заштите од утицаја промене влажности

6. располагати решењем за замену материјала ако се материјал не може збијати

7. избегавати мешање и непотребне манипулације меких и трошних материјала

8. чувати се растресања и сегрегације материјала при збијању вибрирањем или ударима оруђа код некохезивних материјала уједначеног састава са облим или слабо угластим зрнима

9. правилно одабрати оруђа за збијање у односу на врсту материјала и намену слоја који се збија

10. радовно контролисати збијање

	VRSTA ORUDJA ZA ZBIJANJE	Masa (t)	Najveća debljina zbijenog sloja (cm)	Potreban broj prelaza	Kubatura zbijenog tla za 8 časova		POGODNOST ORUDJA ZA ZBIJANJE NAVEDENIH VRSTA MATERIJALA			PRIMEDBA
					od	do	dobra	osrednja	loša	
1.	Ježevi: a) lakši b) teži	2-3 3-6	15-20 20-25	15-30 10-15	350 450	500 650	Sitnozrnasti kohezivni materijali (gline, prašine) bez kamenog materijala	Šljunkovi i peskovi sa sitnim frakcijama (kohezivni)	Šljunkovita i nekohezivna zemljišta	Pri izradi posteljice i planiranju ravnih površina potrebno je primeniti i valjke sa glatkim točkovima za ravnjanje površine
2.	Valjci sa glatkim čeličnim točkovima	12-16	15-20	10-20	250	500	Kamene drobine 0/30--0/60 mm, i njihove mešavine sa kohezivnim materijalom	Kohezivni šljunkoviti i peskoviti materijali	Kohezivni materijali (gline, prašine) sa vlažnošću iznad optimalne	Mogu se primeniti i za izradu pojedinih slojeva kolovozne konstrukcije, a naročito svih vrsta makadama i habajućeg sloja
3.	Valjci sa gumenim točkovima: a) vučeni b) vučeni c) samohodni	9-12 45 12-22	15-20 30-40 25-30	10-15 6-12 8-15	450 950 550	600 1500 800	Kohezivni i nekohezivni peskoviti i šljunkoviti materijali dobrog granulometrijskog sastava i sitnozrnasti materijali	Peskoviti i šljunkoviti diskontinualnog granulometrijskog sastava i kameni materijali	Čisti kameni materijali	Mogu se koristiti za završno valjanje posteljice i pojedinih slojeva kolovozne konstrukcije, uključujući i habajući sloj, jer daju vrlo ravnu površinu
4.	Valjci sa vibracionim dejstvom: a) laki samohodni b) teški samohodni c) vučeni	1,5-3,0 3,5-6,0 3,5-4,5	25-30 40-50 35-50	4-8 3-6 4-6	200 900 500	400 1200 800	Nekohezivni i slabo kohezivni šljunkovi i peskovi	Neznatno kohezivni sitnozrnasti materijali. Kameni materijali i šljunkovi slabo kohezivni	Kohezivni materijali (gline, prašine)	Mogu se koristiti pri izradi slojeva kolovozne konstrukcije i habajućeg sloja, sami ili u kombinaciji sa drugim sredstvima (valjci navedeni pod 2,3 i 8)
5.	Vibracione ploče a) teške	0,7-1,6	40-50	4-6	160	350	Nekohezivni ili slabo kohezivni šljunkovi i peskovi	Slabo kohezivni šljunkoviti, peskoviti ili sitnozrnasti kameni materijali	Kohezivni materijali (gline, prašine)	Vrlo pogodne za zbijanje materijala pri izradi tamponskog sloja. Površina nije uvek ravna, često su potrebne popravke profila
6.	Eksplozivni nabijači (žabe)	1,0	35-40	3-4	120	160	Kohezivni i nekohezivni zemljani materijali $w<W_{opt}$	Kameni materijali pomešani sa sitnijim frakcijama	Kameni materijali (čisti) ili jako vlažni kohezivni materijali	Primena pri ispuni iza objekata, potpornih zidova i na manjim površinama nedostupnim za druga sredstva
7.	Bageri sa udarnom pločom	2-3,5	50-60	2-4	200	400	Kameni materijali čisti ili pomešani sa kohezivnim	Šljunkovi i peskovi		Ne preporučuje se korišćenje u blizini objekata osetljivih na udare, za nasipe sa neujednačenom nosivošću materijala i sl.
8.	Vučeni valjak sa rešetkom	14	15-25	8-12	500	700	Kameni materijali, škriljci, šljunkovi i njihove mešavine	Neznatno kohezivni peskovi	Glinovita zemljišta	Mogu se koristiti za prethodno drobljenje krupnijih komada od mekšeg kamena radi olakšanja zbijanja

Погодност оруђа за збијање, учинци и дебљине слојева

- коловозне конструкције

сви слојеви коловозних конструкција се уграђују механизовано, и то веома често финишерима без обзира на врсту материјала

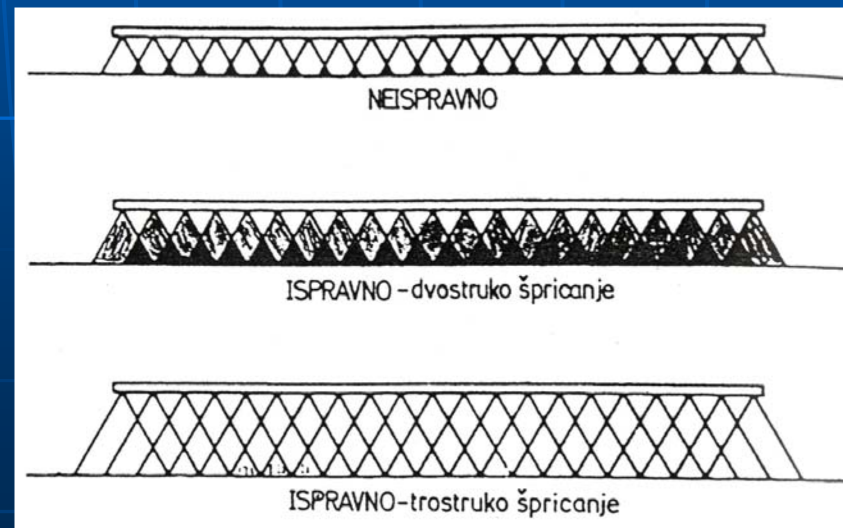
подлога мора бити изведена по одговарајућим правилима, поседовати прописану равности и збијеност, а слободна зрна се морају одстранити са површине

поступци се разликују за флексибилне (асфалтне) и круте (бетонске) коловозне конструкције

- флексибилне коловозне конструкције

сува или мало влажна подлога (без прашине) се прска битуменом, битуменском емулзијом или разређеним битуменом на 2-3 сата пре асфалтирања или одједном за целодневно асфалтирање

- потребно је да вода и нафтни деривати испаре, а да се битумен веже за подлогу
- посипање се обавља самоходним или вученим дистрибутерима
- количина везива која се прска одређује се пробањем на слободној површини поред пута (температура ваздуха и везива, ширина прскања, брзина кретања дистрибутера, притисак пумпе, висина цеви, отвор дизни, угао отвора дизни)



Начини прскања везива на подлогу

- транспорт асфалтне мешавине од асфалтне базе до места уграђивања треба обављати камионима-киперима уз обавезно прекривање ради заштите од кише и хлађења и са претходно попрсканим кошем ради спречавања лепљења масе за кош (раствор калијумовог сапуна у води или 30-40 % силиконска емулзија)
- дозвољена даљина превоза масе, осим економских, зависи и од временских услова (дозвољена је свака разумна дужина на којој температура мешавине неће пасти на нижу од прописане за уграђивање, односно за 10°C од температуре мешавине при изласку из мешалице
- димензије транспортних средстава морају бити усклађене са карактеристикама финишера
- финишери разастиру мешавину у слој одређене дебљине и попречног пресека на пројектованој нивелети, који је затим спреман за ваљање

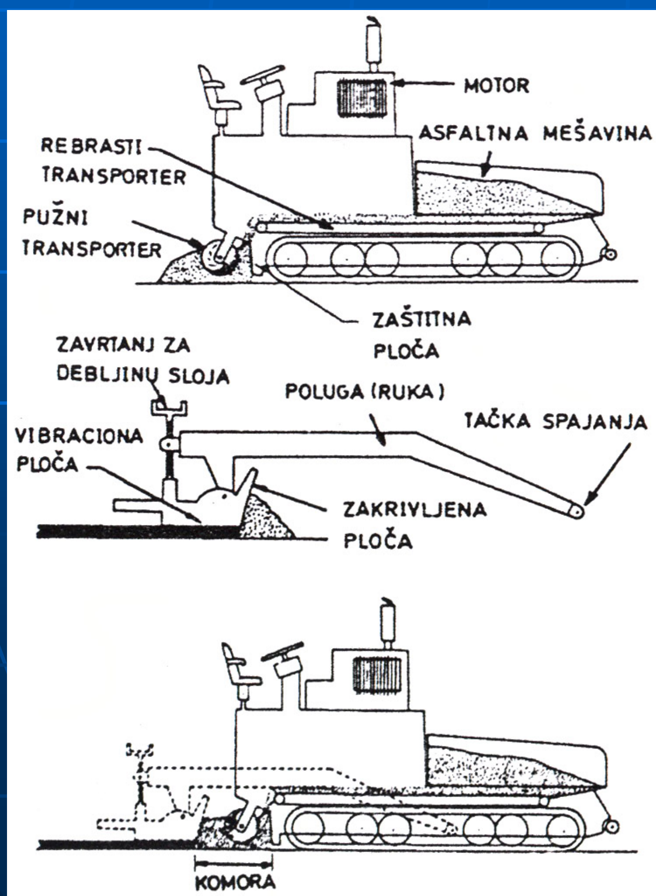
финишери се крећу на гусеницама или точковима

могуће дебљине слојева 1-30 cm

ширина уграђивања 2-12 m

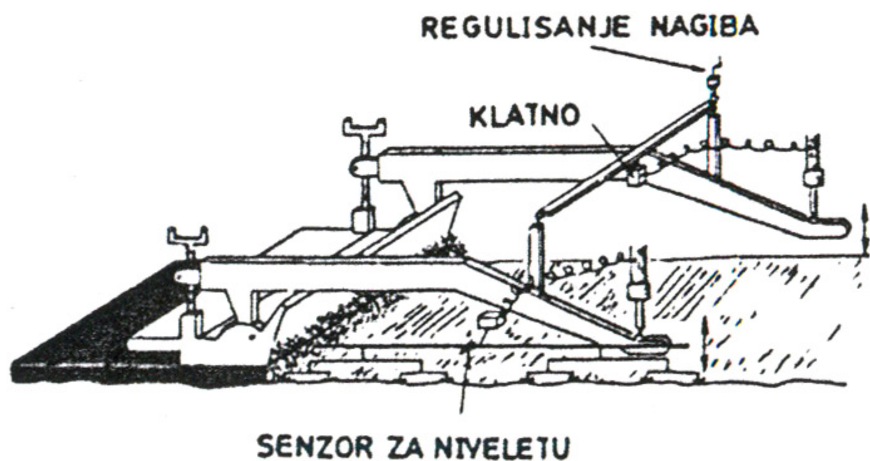
радна брзина 0,5-16 m/min

капацитет уграђивања 150-300 (800) t/h

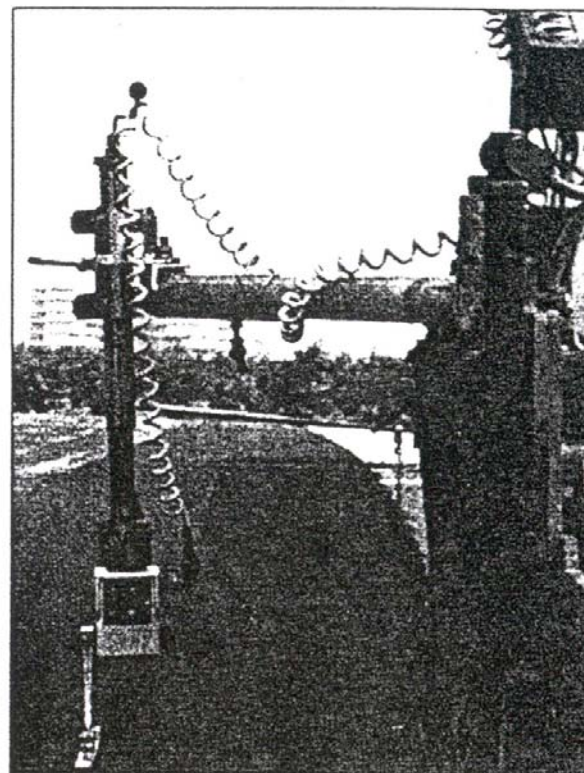


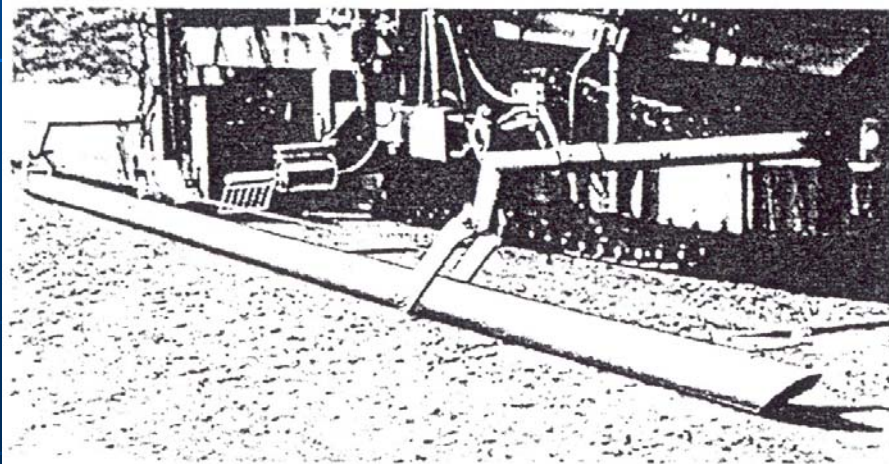
Изглед финишера и вибрационе плоче

- основна улога финишера је равномерно разастирање и почетно збијање (до 80 % захтеване збијености) асфалтне мешавине
- оптимална температура асфалтне мешавине при уграђивању 130-160°C зависно од типа битумена
- најмања температура асфалтне мешавине при уграђивању 110-135°C зависно од типа битумена
- вибрациона плоча делимично сабија и равна површину слоја постижући одговарајућу/жељену дебљину
- вођење вибрационе плоче обавља се затегнутом жицом или дугачком скијом (пресвлачење новим слојем), затегнутом жицом (нови путеви), а кратка скија служи за допуну вођења жицом када је једна трака већ изведена
- попречни нагиб се регулише клатном



Вођење вибрационе плоче





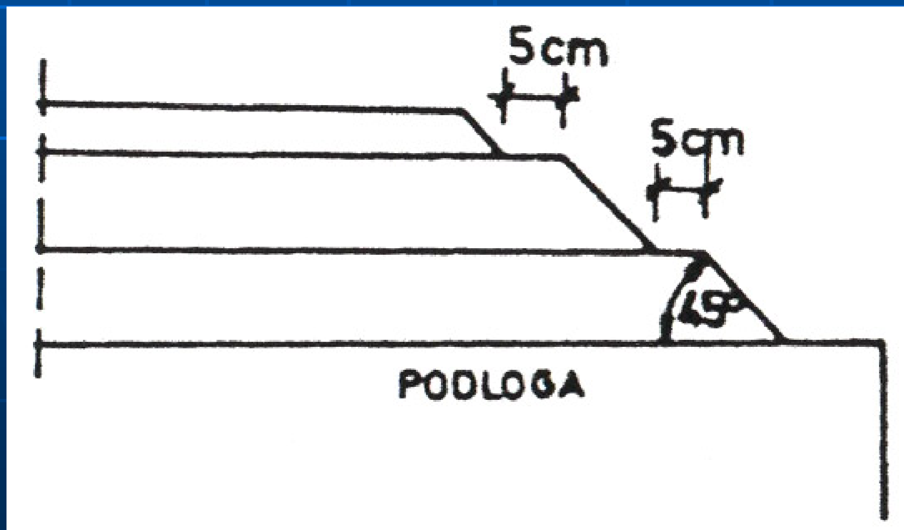
Вођење жицом

Кратка и дуга скија

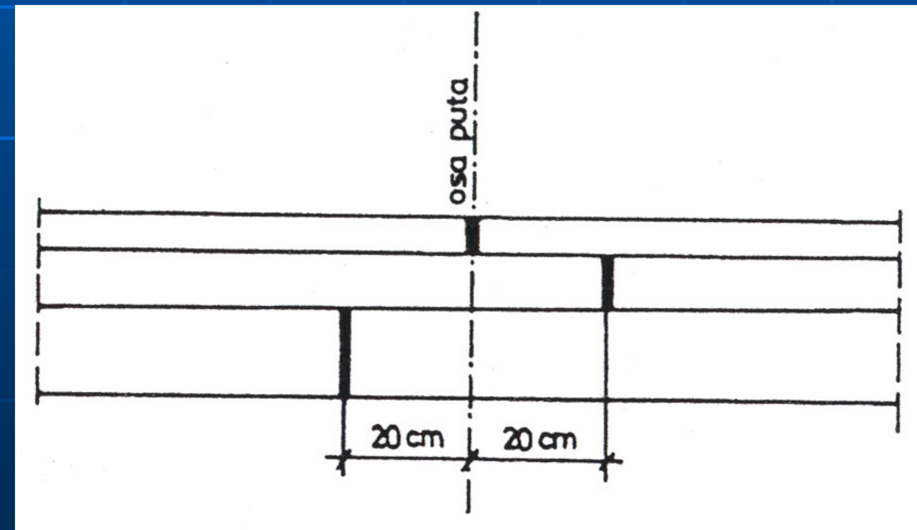
- разастирање асфалтних слојева се обавља само по повољним временским условима (у рано пролеће и касну јесен само при вишим дневним температурама)
- хабајући слој: температура подлоге >5°C, не сме се уграђивати по ветру иако је температура подлоге >5°C, а не може се постићи захтевана збијеност
- горњи носећи слој: не сме се уграђивати ако је подлога смрзнута
- доњи носећи слој: период уграђивања 15.02-15-12, подлога не сме бити смрзнута
- дебљина слоја коју разастире финишер треба да је 1,25 пута већа од дебљине после ваљања
- слојеви се завршавају под углом
- ако финишери раде у смакнутом поретку, подужни размак не сме бити већи од 15 m због врућег спајања асфалтних трака

на успонима се ради од ниже тачке ка вишој, као и код попречног профила

број и дужина попречних и подужних спојева се своде на најмању меру (код вишеслојних конструкција спојеви не смеју бити у истој вертикали-размак min 20 cm за подужне, а 50 cm за попречне спојеве, код хабајућег слоја подужни спој је у оси пута, на возној траци не сме бити подужних спојева)



Обрада ивице коловоза



Распоред подужних спојева

Грешке при разастирању од којих настају неравнине:

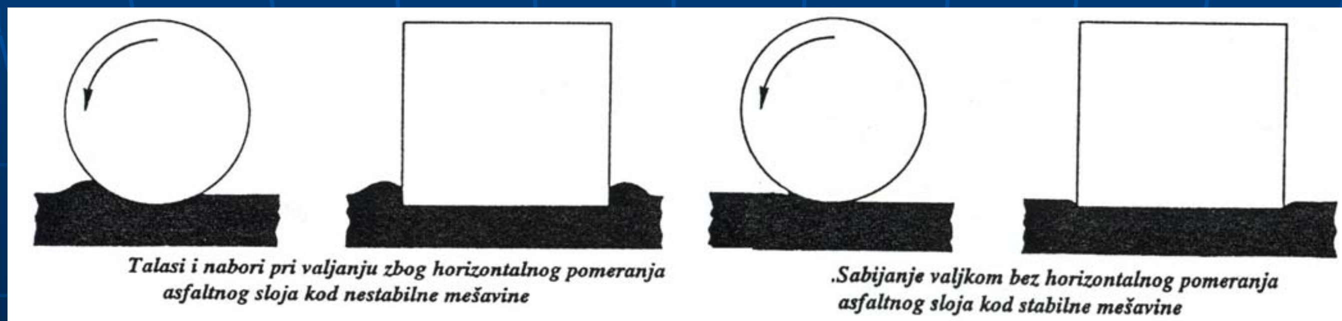
- сегрегација мешавине
- температура (разлика у вискозности и различит отпор сабијању)
- поступак разастирања (сегрегација због неправилног дотока мешавине, прекиди у раду-тежина вибрационе плоче, удари камиона у финишер-финишер увек прилази камиону, нагла промена дебљине разастирања)

- спојеве треба на одговарајући начин обрадити да не би дошло до оштећења (израда на топло и на хладно, обрада ивице под углом или вертикално, премазивање емулзијом, спојне траке за лепљење)
- ручно разастирање се ради само тамо где се не може прићи финишером, а изручује се количина која се може брзо уградити и нема кретања по мешавини

ваљање почиње одмах иза финишера по разастирању мешавине, при чему се постиже захтевана збијеност

ако се не постигне захтевана збијеност под саобраћајем долази до додатног збијања, углавном по траговима точкова и настају колотрази (исто се дешава када се на још топао асфалт пусти саобраћај), изван колотрага временом наступа разарање због повећане порозности

ако је мешавина стабилна ваљак неће проузроковати хоризонтална померања, супротно настају таласи испред ваљка и набори са стране

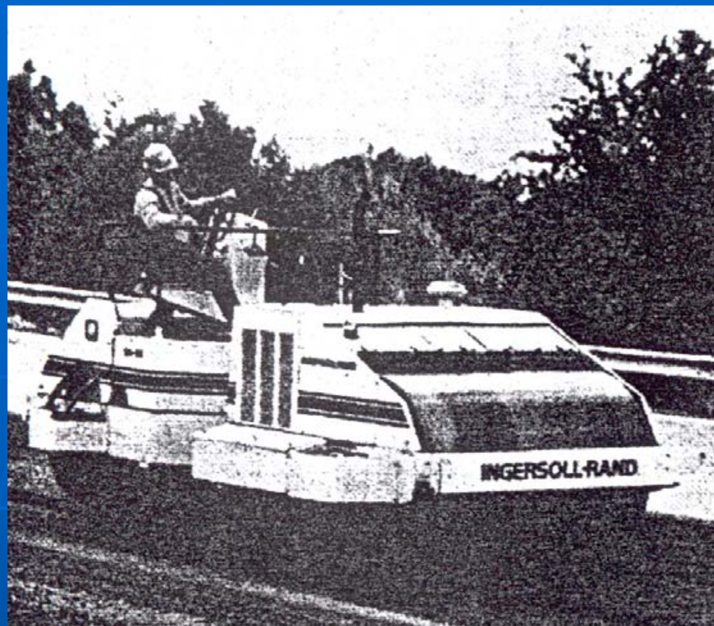


Сабијање са и без хоризонталног померања

статички ваљак-челични глатки наплатци, маса 3-14 t, 2 или 3 точка, почетно и завршно ваљање, најбољи за танке слојеве

пнеуматски ваљак-глатки гумени точкови истих димензија и пречника, задњи точкови покривају размак код предњих, маса 3-35 t, главно ваљање, за тање слојеве се препоручује нижи притисак у гумама и обрнуто

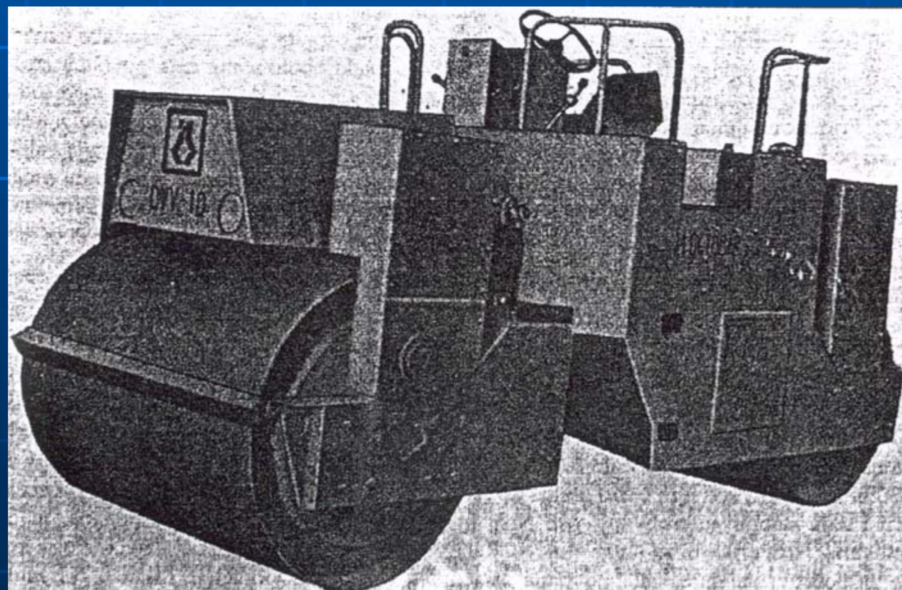
вибрациони ваљак-по конструкцији су слични статичким, 2-3 пута мање прелаза од статичких, нису подесни за велике успоне и мостове, нису ефикасни за танке слојеве, ако се користе за почетно ваљање цела површина се једном пређе без вибрација, при заустављању и покретању вибрација се искључује



Статички тандем ваљак



Пнеуматски ваљак



Вибрациони ваљак

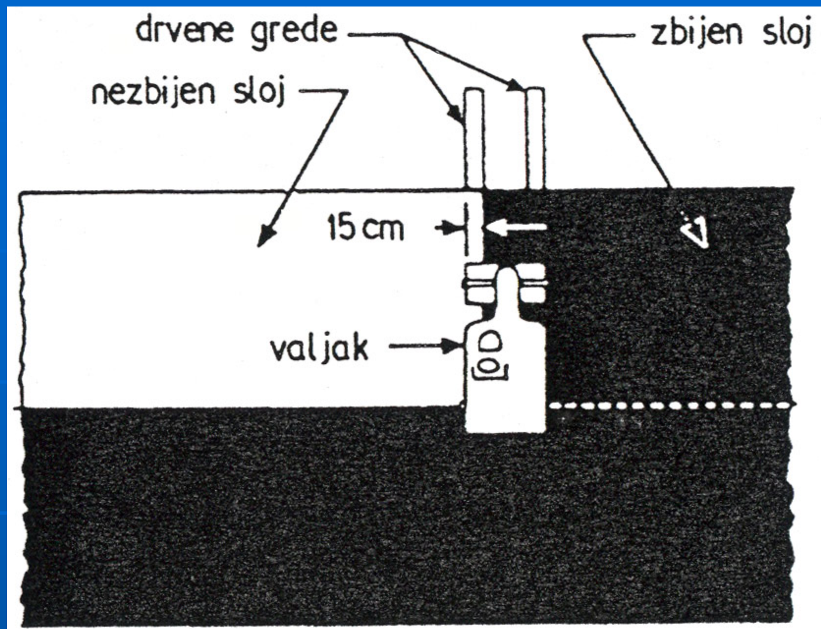
Правила ваљања:

- најмање два ваљка
- мора постојати стално квашење точкова
- ваљање је од ниже тачке успона ка вишој и од ниже ивице ка вишој у попречном профилу
- ваљци се крећу паралелно оси пута
- ваљање почиње непосредно по разастирању слоја
- ваљак се креће погонским точком ка финишеру, осим на великим успонима где је обрнуто
- равномерна брзина, без трзаја, max 5 km/h за статичке и вибро ваљке, а 8 km/h за пнеуматске
- наизменични прелази ваљака се морају завршавати смакнуто, на најмање 1 m од претходног прелаза
- преклоп прелаза ваљака је max 15 cm
- радни маневри се обављају само на уваљаној површини

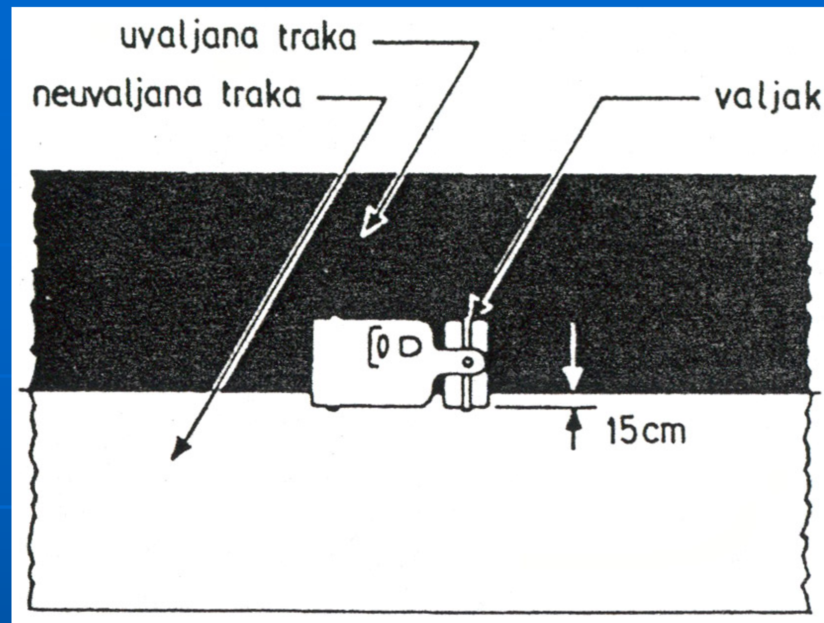
- ваљци се не смеју задржавати на површини која није сасвим уваљана и чија је температура виша од 80°C
- промена путање ваљка не сме бити нагла да не би дошло до засецања и померања асфалта
- крпљење уваљане површине није дозвољено
- ваљци прилазе што ближе финишеру да се мешавина не би хладила

Распоред ваљања:

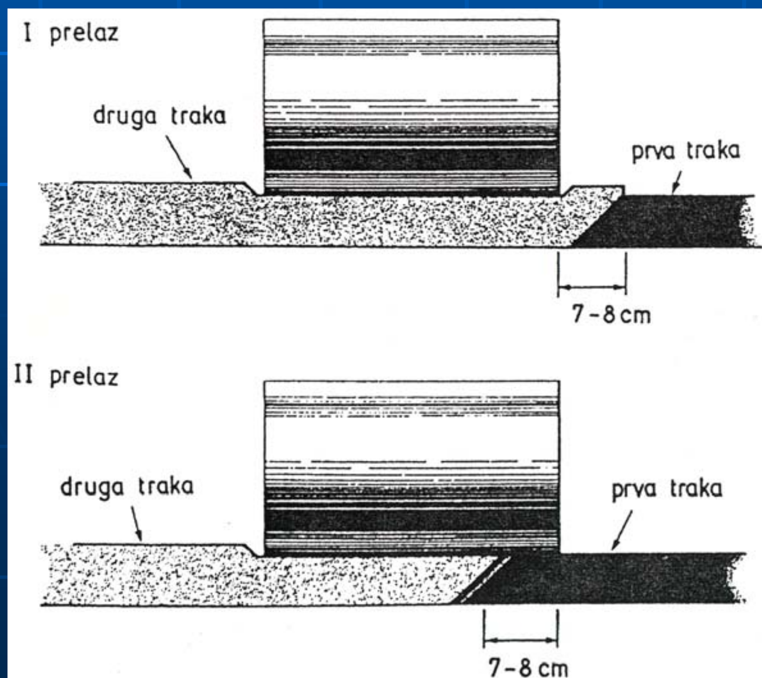
- ваљање попречног споја (челични статички или вибро ваљак, креће се од површине уваљаног слоја ка новом)
- ваљање подужног споја (челични статички или вибро ваљак, креће се од површине уваљаног слоја ка новом)



Ваљање попречног споја



Ваљање подужног споја



Ваљање подужног споја вибрационим ваљком

почетно ваљање (интензивно сабијање слоја при што је могуће вишој темпреРатури, статички и тандем вибро ваљак, пнеуматски ваљак обично за дебље слојеве, ивица се ваља касније-max 15 min да не би дошло до истискивања и то ручним ваљком или косим точком)

главно ваљање (потпуно сабијање слоја, размак ваљака је 50-150 m, пнеуматски и тандем вибро ваљци, одмах иза почетног ваљања док је маса још пластична)

завршно ваљање (поправљање равности површине, статички или вибрациони тешки тандем ваљак, док је мешавина топла да би се могли поправити трагови главног ваљања)

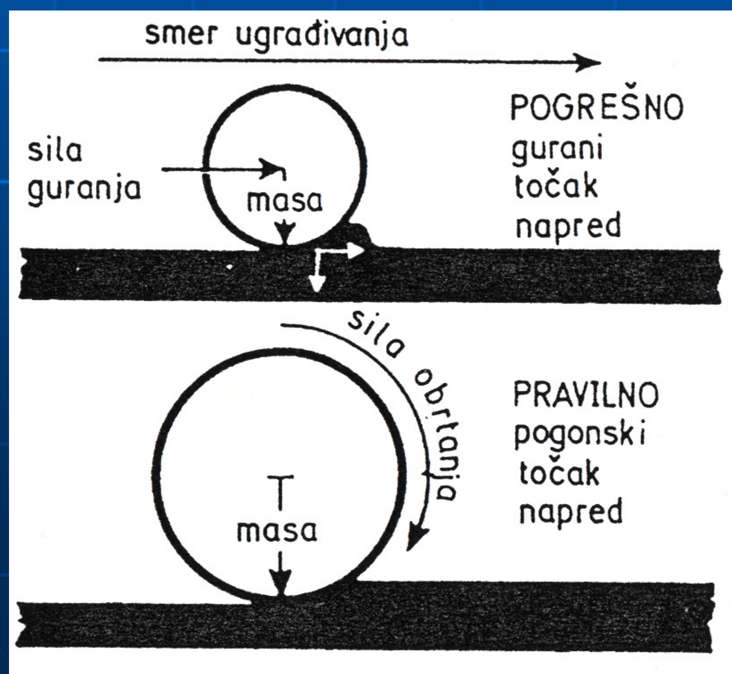
smer ugrađivanja

širina valjka

1 2 3 4 5 6 7

širina trake ugrađivanja

Коректна шема ваљања



Дејство сила на погонским и вученим точковима окренутим ка финишеру

- узроци недовољне уваљаности: квалитет произведене асфалтне мешавине и ниска температура, охлађена мешавина пре почетка ваљања, пребрзо хлађење због ниске спољне температуре, недовољан број ваљака, неодговарајућа тежина ваљака, лош режим ваљања, слаба предзбијеност финишером, мека нестабилна подлога
- довољна уваљаност се постиже при оптималним условима уграђивања и ваљања, може се добити и више од 100 % (неправилна припрема лабораторијског узорка, узорак из коловоза садржи крупна зрна, лабораторијски узорак и узорак из коловоза нису од исте мешавине)
- преуваљаност доводи до слабљења квалитета и види се по огољеним и разбијеним зрнима на површини

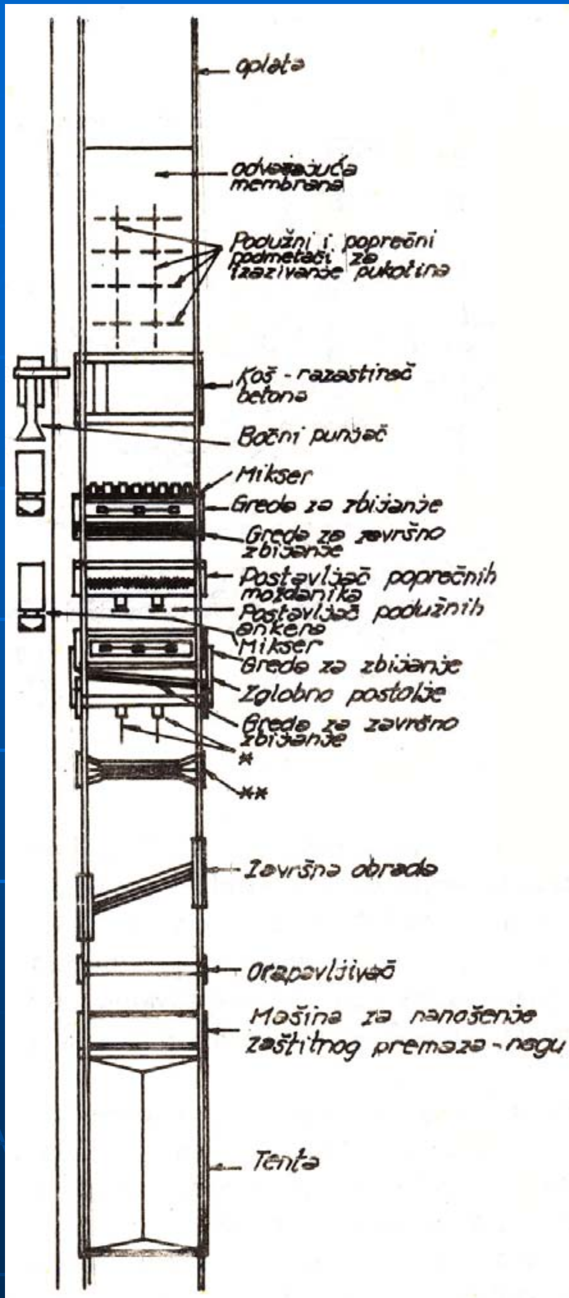
сви битни параметри уграђивања и ваљања асфалтне мешавине одређују се израдом пробне деонице

- круте коловозне конструкције

уграђивање цементно бетонских мешавина у бетонску плочу се претежно изводи финишерима са фиксном или клизном оплатом

код машина са фиксном оплатом, оплата се поставља најмање 20 h пре изградње и не помера се неколико сати након уграђивања (за непрекидан рад у току три дана треба обезбедити 1.000-1.500 m оплате са једне стране)

код машина са клизном оплатом, због интензивног збијања, ивице остају вертикалне након померања оплате (оперативна ширина траке је до 13 m), већи учинак, отежано армирање, осетљивост на јачу кишу, учинак до 1.000 m/dan



Опрема са фиксном оплатом

Podmetači za izazivanje podužnih pukotina

Polazna linija

Mikser

Bočni punjač

Senzori za pravac i visinu

Klizajući ugrađivač betona

Oprema za formiranje podužnih žljebova

Oprema za formiranje poprečnih žljebova

Oprema za završnu obradu poprečnih žljebova

Mašina za otopavljivanje i nanošenje zaštitnog premaza - negu

Опрема са клизном оплатом

за добијање пројектоване висине коловоза треба водити рачуна о надвишењу 18-25 %

оперативне ширине бетонских трака за финишере са фиксном оплатом 2,5-12 m

од 1970. године се примењује ваљани бетон (опрема за разастирање и ваљање је иста као код асфалтних мешавина, финишер-мало измењен и ваљци-вибрациони и пнеуматски)-већи учинак и економичност, мања равност и већа осетљивост на мраз

нега је најважнији корак у изградњи крутих коловозних конструкција (обезбедити довољно воде и одговарајуће температуре)

нега за бетон са портланд цементом траје око 7 дана

дужина неге на ниским температурама, 0-10°C, је око 50 % већа

- минимална температура уграђивања 3 (0) °C, а при граничним условима температура мешавине треба да је већа од 10 °C
- максимална температура уграђивања 30°C
- најбоља заштита током неговања бетона обезбеђује се специјалним премазима, покривањем, квашењем, непромочивом хартијом, замагљивањем и сл.
- након 7 дана може се постити само саобраћај лаких возила и ограниченом брзином, ако је неопходно
- градилишни теретни саобраћај се може пустити након 10 дана, а тешких теретних возила након 20 дана
- пре пуштања у експлоатацију сви жљебови на спојницама морају бити испуњени

- одводњавање

  израда система за површинско и подземно прикупљање и одвођење воде и провођење воде кроз труп пута

- грађевински и занатски радови

  тесарски радови, радови са челиком, бетоном, зидарски и каменорезачки радови, антикорозиони радови, сидрење, инјектирање, браварски радови, хидроизолатерски радови

- саобраћајна опрема и сигнализација

  вертикална и хоризонтална сигнализација, опрема за усмеравање саобраћаја, безбедност саобраћаја

- услуге трећих лица

  електроенергетика, телекомуникације, позив у нужди, јавно осветљење, водовод, гасовод, пружни прелази,

Контрола квалитета

- квалитет: стање неке материје у односу на примереност за употребу, које мора да испуњава одређене и унапред постављене захтеве
- контрола квалитета: провера квалитета код припреме-производње, превоза и извођења радова-уграђивања
- први корак ка успустављању система квалитета у грађењу путева је обезбеђење одговарајућих техничких услова за грађење-критеријума квалитета
- технички услови: опис позиције рада, основни материјали, квалитет материјала, квалитет израде, контрола квалитета, мерење и преузимање радова, обрачун и плаћање радова

- ✓ контрола квалитета се обезбеђује унутрашњом и вањском контролом (извођач и инвеститор-овлашћена институција)
- ✓ теренска и лабораторијска испитивања и одговарајуће анализе (норме-стандарди за испитивања)
- ✓ врсте испитивања

- претходни лабораторијски састав

предходним лабораторијским саставом одређеног материјала извођач радова мора доказати, да се с разположивим материјалима може постићи квалитет по захтевима посебних техничких услова

трошкови претходних испитивања терете извођача радова

- доказна производња

пре почетка редовне обраде материјала у машинама и справама, од којих је зависан квалитет радова, потребно је извршити доказну производњу, односно пробу механизације и справа у односу на захтевану уједначеност и квалитет производа, који је одређен посебним техничким условима, односно пројектном документацијом

програм доказне производње прилаже извођач радова пре планираног почетка радова надзорном органу који га потврђује, односно допуњује

доказну производњу прате надзор и овлашћена институција

потребна контролна испитивања за доказну производњу обухватају утврђивање квалитета материјала и производа

трошкови доказне производње терете извођача радова.

доказну производњу за материјале из истога извора, односно са механизацијом за истоврсне радове треба направити само једном (по правилу)

- доказно уграђивање

на основу одговарајућих резултата испитивања претходног лабораторијског састава и доказне производње надзор може одобрити доказно уграђивање

контролна испитивања код доказног уграђивања обухватају одређивање квалитета производа код транспорта, уграђивања и у уграђеном стању

доказно уграђивање прате надзор и овлашћена институција

трошкови доказног уграђивања терете извођача радова

ако је код доказног уграђивања постигнут захтевани квалитет радова, надзор одобрава даље извођење радова

- унутрашња контрола

извођач редовно извршава сва испитивања која су потребна за проверу квалитета материјала, технологије и извођење радова

обим испитивања је одређен посебним техничким условима

резултате извођач одговарајуће документује и редовно извештава надзор и институцију овлашћену за обављање вањске контроле

трошкови испитивања у оквиру унутрашње контроле терете извођача

- вањска контрола

вањском контролом се обавља надзор над унутрашњом контролом и утврђује усклађеност произведеног и уграђеног материјала

програм испитивања вањске контроле одређује надзор, ако није одређен у посебним техничким условима

резултати вањске контроле, укључујући и извјештај о редовном прегледу унутрашње контроле, су основа за преузимање и обрачун уграђеног материјала

трошкови вањске контроле терете наручиоца

- остала испитивања

уколико се укаже потреба због санација или непредвиђених околности, технолошких грешака или неиспуњења захтева по техничким условима

- лабораторија

  извођач је дужан организовати лабораторију која мора задовољити све потребе унутрашње контроле

  извођач је дужан дати надзорном органу на употребу лабораторију с помоћним особљем и погонским материјалом за потребе теренских испитивања у оквиру вањске контроле

  лабораторијска опрема мора бити прегледана и атестирана

  трошкови терете извођача

- ✓ надзор над изградњом

  провера да ли се изградња изводи у складу са главним пројектом на основу кога је добијена грађевинска дозвола

  контрола квалитета изведених радова, грађевинских производа, осталих материјала и инсталација и технолошких уређаја који су уграђени у објекте

  провера да ли се поштују уговорене цене и договорени рокови за завршетак изградње